Aus dem Kgl. botan. Garten zu Breslau.

Biologische Eigentümlichkeiten der Früchte epiphytischer Orchideen.

Inaugural-Dissertation,

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der hohen

philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

Freitag, den 12. April 1901, mittags 12 Uhr

in der Aula Leopoldina

öffentlich verteidigen wird

Rudolf Malguth.

Opponenten:

Herr **Dr. phil. Wilhelm Grosser,**
Assistent am Kgl. botan. Garten,

Herr **cand. med. August Pütter.**

Breslau 1901.
Dr. R. Galle's Buchdruckerei, Breslau, Matthiasstrasse 29.

Dem Andenken meiner Mutter.

Es ist mir eine erwünschte Gelegenheit, an dieser Stelle den Gefühlen der Dankbarkeit und Anhänglichkeit Ausdruck verleihen zu dürfen, welche ich für meinen hochverehrten Lehrer, Herrn

Professor Dr. Ferdinand Pax

auf dem Herzen habe für die vielfache Anregung und Förderung, die er in gleicher Weise durch wissenschaftliche Belehrung wie durch den Einfluss seiner Persönlichkeit mir während meines Studienganges zu teil werden liess.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546309_0010

I. Einleitung: Historische Uebersicht.

Ueber die „Haarzellen“ in den Früchten der epiphytischen Orchideen hat zuerst Blume gearbeitet, der sie von Luisia teretifolia, Potochilus similis und Appendicula pennicillata richtig darstellte, aber irrigerweise für „eingedrungene, längs den schmalen Fruchtrippen herabsteigende, noch nicht verschwundene Pollenschläuche“ hielt.[1]) Nach ihm studierte im Jahre 1857 diese Organe Beer in einer kleinen Schrift, deren Titel schon die neue Deutung zum Ausdruck bringt: „Ueber das Vorkommen eines Schleuderorganes in den Früchten verschiedener Orchideen.“[2]) Die von ihm untersuchten Arten, in deren Früchten er die vermeintlichen Schleuderorgane beobachtete, gehören 25 verschiedenen Gattungen an: bei 12 Gattungen wollte Beer an „frischen reifen“ Früchten die Schleuderorgane „in Thätigkeit“ gefunden haben, nämlich bei Acanthephippium, Aerides, Acropera, Cattleya, Cirrhaea, Epidendrum, Gongora, Stanhopea, Sarcoglossum, Saccolabium, Sarcanthus und Trichopilia. Eine zweite Gruppe von 13 Gattungen entspricht einer Sammlung getrockneter Orchideenfrüchte, bei denen Beer die Schleuderorgane, „ohne Vergrösserung anzuwenden,“ noch sehr gut sah, nämlich bei: Brassia, Bletia, Lycaste, Laelia, Leptotes,

[1]) Rumphia, Taf. 197, Fig. D 14 und Taf. 200, A, D. Fig. 14; pag. 44, 46, 47 und 51. (Citat nach Beer.)

[2]) Sitzungsbericht der mathemat.-naturwiss. Klasse der Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. XXIV. S. 23.

Miltonia, Maxillaria, Mormodes, Oncidium, Scaphyglottis, Trichocentrum, Xylobium, Zygopetalum. Zu diesem Verzeichnis fügte Beer noch drei Abbildungen der fraglichen Organe bei, von Acropera intermedia, Epidendrum cuspidatum und Gongora bufonia.

Schon diese Abbildungen zeigen, dass Beers Untersuchungen einer besonderen Sorgfalt vielfach entbehren. Drei Typen von Entstehungsherden für diese Schleuderorgane werden aufgestellt. Die ersten beiden Abbildungen sind im wesentlichen richtig, im einzelnen sind Unklarheiten des Präparates phantasievoll ergänzt, der dritte Typus aber existiert gar nicht. Anstattdessen hat Beer in seiner Anfzählung der ersten Gruppe „Schleuderorgane in Thätigkeit" gefunden, wo statt ihrer starre, völlig unempfindliche Borsten vorkommen, so bei Epidendrum und Cattleya, und in der zweiten Gruppe hat er solche in vertrocknetem Zustande dort gesehen, wo sicherlich überhaupt nichts Derartiges vorkommt, nämlich bei der Gattung Bletia, deren sämtliche Vertreter Erd-Orchideen sind. Ueberraschenderweise bildet er sogar bei Epidendrum cuspidatum Schläuche ab, die aber in diesem noch ansitzenden Jugendstadium sich schwerlich bethätigt haben dürften.

Dagegen giebt Beer der ganz richtigen Vermutung Ausdruck, dass diese Organe bei den „Erdknollen bildenden Orchideen" gänzlich fehlen dürften.

Falsch aber erweist sich ferner seine Beschreibung der Samen bei Erd- und Luftorchideen; sie erscheint konstruiert wie seine Figuren; und einseitig übertrieben ist seine Wertschätzung für die Leistungsfähigkeit seiner „Schleuderorgane", die bestimmt sein sollen, die Samen mit „Schnellkraft" und „in gleicher Höhe mit der Mutterpflanze" in die Ritzen der Rinde benachbarter Bäume zu befördern.

Auf Beer stützt sich Pfitzer in seinen „Grundzügen zur vergleichenden Morphologie der Orchideen"[1]),

[1]) Heidelberg 1882.

nur dass er die starren, aus mehreren solcher Haarzellen seilartig zusammengedrehten Borsten bereits kennt. Er behandelt diesen Punkt zwar mehr statistisch und nebenher, aber er erblickt in der Schleuderfunktion der ersteren Gebilde ihre volle Deutung und überträgt dieselbe auch auf die starren Bündel, da er in einem Fall, bei Laelia anceps, eine hygroskopische Reaktion der schon vertrockneten Gebilde beobachtet haben will. [1]) Diese von keinem Forscher näher studierte und begründete Ansicht von den „Schleuderhaaren" der epiphytischen Orchideen schleppt sich nun gleichmässig durch die ganze folgende Litteratur; nur Ludwig[2]) kennt in seinem „Lehrburch der Biologie" die andere Ausbildungsform dieses Apparates, die wenigen starren Borsten, als Seitenstück zu den zahlreichen Schleuderzellen. Er beschreibt beide Vorrichtungen mit ganz ähnlichen Ausdrücken, wie Pfitzer[3]) in den „Natürlichen Pflanzenfamilien" gewählt hatte, folgendermassen:

„Bei gewissen Orchideen (Vanda teres, Dendrobium etc.) bilden im Innern der Kapsel hygroskopische haarförmige Zellen eine Art Capillitium, durch das die ungeflügelten leichten Samen aus den Spalten der Kapsel an die Luft befördert werden, während z. B. bei Cattleya die Ränder der Fruchtklappen durch ein Netz verbunden bleiben, wodurch ein klumpenweises Ausfallen der Samen verhindert wird."

Der Wahrheit kommt er dadurch einen bedeutenden Schritt näher, dass er die Funktion und Morphologie des Schleuderapparates als einheitliches Ganzes betrachtet und unter den biologischen Begriff eines Capillitiums stellt.

[1]) Aehnlich berichtet Huth in seiner compilatorischen „Uebersicht der Pflanzen mit Schleuderfrüchten." (Abh. Ver. Naturwiss. Frankfurt a. O. VIII 1890, p. 15; citirt nach Just, Bot. Jahresbericht 1890 I. 481.): „Stanhopea soll Schleuderorgane besitzen, durch welche die Samen in die Ritzen der Bäume eindringen, die Erd - Orchideen entbehren derselben."

[2]) Stuttgart 1895, pag. 308.

[3]) II. 6. Abteilung 1889, pag. 73.

Ihm gegenüber kennt Ferdinand Cohn[1]) auch im Jahre 1897 wieder nur die einzelnen „Schleuderfäden", während Kerner[2]) gleich Ludwig, jedoch ohne Kenntnis der Borsten, die Wirkungsweise des Schleuderapparates im ganzen richtig erfasst und sehr anschaulich schildert — nur dass er von der meines Erachtens nach falschen Voraussetzung ausgeht, dass die bereits abgestorbenen Epiphyten-Kapseln hygroskopisch auf- und zuklappen und so naturgemäss zur Aussaat ausgesprochen „trockene Winde" brauchen.

Soweit informiert die Litteratur über die eigenartigen Organe in den Kapseln der tropischen Luft-Orchideen. Sicherlich sind die ausserordentlichen Schwierigkeiten, mit denen die Beschaffung eines so kostbaren Materials verknüpft ist, der Grund, warum die interessante Einrichtung nicht schon umfassender untersucht worden ist. Gleichwohl lägen die Verhältnisse bezüglich der Materialbeschaffung noch ungünstiger, wären die Fremdlinge aus den Tropen nicht wegen der Formen- und Farbenpracht ihrer duftenden Blüten ein unentbehrlicher Schatz jedes Treibhauses und ein wertvoller Artikel des Welthandels geworden. Aber eben diese Vorliebe für die Blüten macht die Erwerbung von Früchten fast zur Unmöglichkeit, da die Handelsgärtner jede Blume alsbald nach dem Erblühen abschneiden.

Einen Teil des Materials lieferte der botanische Garten und das Herbarium zu Breslau; ferner sei es mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Inspektor Hölscher meinen wärmsten Dank auszusprechen für die freiwillig übernommenen Korrespondenzen, die er mit mehreren grossen Orchideenzüchtereien anknüpfte, und die auch, namentlich bei der Firma Sander in Brügge und St. Albans, Herts., sämtlich von bestem Erfolge gekrönt waren. Hingegen darf auch nicht verschwiegen

---

[1]) Die Pflanze Bd. 2. Breslau 1897, pag. 264.
[2]) Pflanzenleben, Bd. 2. 1898, pag. 613.

werden, dass bei einer gegenwärtig vielfach genannten Firma allein auch nicht das geringste, höfliche Entgegenkommen zu erzielen war: bei Gartendirektor Haupt in Brieg.

Ebenso fühle ich mich zu besonderem Danke verpflichtet den Herren Professoren Dr. Pirotta in Rom und Dr. Mattirolo, seinerzeit in Florenz, jetzt in Torino.

Trotz alledem muss das von mir untersuchte Material gegenüber dem Formenreichtum der Familie doch als ein beschränktes gelten. Immerhin aber gelangten Gattungen aus den meisten Tribus zur Untersuchung. Ich lasse hier die Aufzählung der untersuchten Arten folgen:

Cypripedileae.

Cypripedilum spectabile Sw.
Paphiopedilum venustum (Wall) Pfitz.

Ophrydeae.

Orchis maculata L.
Serapias lingua L.
Aceras anthropophora (L.) R. Br.
Himantoglossum hircinum (L.) Spreng.
Herminium Monorchis (L.) R. Br.
Coeloglossum viride (L.) Hartm.
Nigritella nigra (L.) Rchb.
Gymnadenia conopea (L.) R. Br.
Platanthera bifolia (L.) Rchb.

Neottieae.

Cephalanthera alba (Cr.) Simk.
Epipactis palustris (L.) Cr.
Limodorum abortivum (L.) Sw.
Spiranthes spiralis (L.) C. Koch
Epipogon aphyllus Sw.
Listera ovata (L.) R. Br.
Neottia nidus avis (L.) Rich.

Thunieae.

Bletilla hyacinthina Rchb. f.

Liparideae.

Corallorrhiza innata R. Br.

Laelieae.

Epidendrum criniferum Rchb. f.
— cochleatum L.
— falcatum Lindl.
— spec. (Hort. bot. Florent.)
Cattleya Forbesii Lindl.
— labiata Lindl. (Gaskelliana Hort. bot. Antw.)
— labiata Lindl. (C. Mossiae Park.)
— Schilleriana Rchb. f.
— superba Schomb.
Laelia crispa Rchb. f.
— lobata Rchb. f.
Brassavola Ceboletta Rchb. f.

Sobralieae.

Sobralia macrantha Lindl.
— Galleottiana A. Rich.

Phajeae.

Phajus grandiflorus Rchb. f.
Chysis aurea Lindl.

Lycasteae.

Lycaste cruenta Lindl.
— Skinneri Lindl.

Gongoreae.

Stanhopea oculata Lindl.
— tigrina Batem.
Gongora spec. (Hort. bot. Vratisl.)

Zygopetaleae.

Zygopetalum Mackayi Hook.
— crinitum Lodd.

Dendrobieae.

Dendrobium formosum Roxb.
— nobile Lindl.
— chrysanthum Wall.
— cretaceum Lindl.

Cymbidieae.

Cymbidium sinense Willd.
— giganteum Wall.

Oncidieae.

Odontoglossum grande Lindl.?
— pulchellum Batem.
— Rossii Lindl.
Brassia Josstiana Rchb. f.
Oncidium luridum Lindl.

Sarcantheae.

Vanda densiflora Lindl.
— tricolor Lindl.
— suavis Lindl.
Angrecum eburnum Lindl.
— sesquipedale Thou.
Aerides odorata Lour.

Ausserdem wurden noch Samen anderer Species untersucht, die weiter unten im Text Erwähnung finden.

Sollten die „Haarzellen" der epiphytischen Orchideen ihre volle Würdigung als Schleuderorgane finden, so war es wohl am Platze, nicht sie für sich gesondert zu betrachten, sondern in ihrem Zusammenhang mit den Samen und den Früchten. Meine Untersuchungen haben jedoch die Beer'sche Theorie nicht bestätigt, da diese das Problem in einseitiger Weise nach dem oberflächlichen Augenschein berücksichtigt. Ein tieferer Einblick in die Wechselwirkung der einzelnen Teile dieser Einrichtung lässt jedoch vermuten, dass es sich hier nicht um die Arbeitsleistung einer einzelnen Haarzelle handelt, sondern um ein wohl abgepasstes Ineinandergreifen einer Summe von Erscheinungen, die ich unter dem Begriff der Samenpflege zusammenfassen möchte.

Seltsamerweise findet sich demgegenüber in einem

geistvollen Vortrage von Ferdinand Cohn über die Orchideen, in einer Anmerkung folgender Satz: [1]) „Rätselhaft ist es, warum die Orchideen, die durch die zweckmässigsten Einrichtungen die Befruchtung ihrer Blüten zu garantieren bestrebt sind, so geringe Sorgfalt auf das Gedeihen ihrer Samen verwenden."

Dieses Befremden Ferdinand Cohns überrascht um so mehr, als er im Vortrag gleichzeitig von den „Schleuderfäden" berichtet. Er stützt aber seine Ansicht auf die These, dass die Erde bald mit Orchideen überfüllt sein würde, wenn alle Samen, die eine Orchidee in ihren Kapseln zur Reife bringt, zu neuen Pflanzen heranwüchsen. Trotzdem aber bleibt ihm das Rätsel noch bestehen, weil die Orchideen, abgesehen allerdings von den epiphytischen, sonst gar keines von den reichen Mitteln, wodurch sich andere Pflanzen noch vermehren, besitzen als nur die eine Knolle, durch die sie alljährlich neuverjüngt, aber in gleicher Anzahl auf den Wiesen erscheinen; denn: „der Nachwuchs aus den winzigen Samen tritt wohl nur ausnahmsweise ein".

Schon das Vorhandensein der „Schleuderfäden", die Ferdinand Cohn hier unberücksichtigt lässt, ist ein schwerwiegender Einwand gegen die Meinung, die Orchideen besässen trotz ihrer geradezu erstaunlichen Bestäubungsvorrichtungen keinerlei Fürsorge für ihre Samen.

Wenn nun dennoch, wie später nachzuweisen ist, wenigstens die Luftorchideen eine sogar weitgehende Fürsorge für die Samen an den Tag legen, so bleibt das „Rätselhafte" zwar bestehen, liegt aber ausserhalb unserer Betrachtung. In der That steht der Effekt dieser Einrichtungen in keinem Verhältnis zu ihrer tüchtigen Arbeitsleistung.

---

[1]) Die Pflanze, pag. 277.

II. Specieller Teil.

1. Früchte.

Die Früchte der Orchideen stellen Kapseln vor, die meistenteils in 3 schmalen und 3 zwischen ihnen wie aus einem Rahmen heraustretenden breiten Fruchtrippen aufspringen. Als Ausnahmen von dieser Regel werden von Pfitzer u. a. erwähnt: Angrecum,[1]) deren Kapsel nur in einer Spalte aufspringt, Pleurothallis, mit einer Kapsel, welche in 2 Spalten und ebensovielen Klappen aufspringt, ferner auch Cattleya Mossiae. Bezüglich dieser Pflanze bezweifelt Pfitzer[2]) die Angabe von Prillieux, derzufolge die Kapsel nur in 3 Klappen aufspringt, auf Grund einer von Beer gelieferten Abbildung von C. labiata, welche die gewöhnliche Dehiscenz in 6 Klappen anzeigt. Nach meiner Wahrnehmung sind die Angaben von Prillieux insofern richtig, als bei C. Mossiae wie bei C. Gaskelliana zwar 6 Klappen vorgebildet sind, aber nur 3 deutlich in die Erscheinung treten, während die 3 dazwischen liegenden auf einen dünnen, schmalen, faserigen Strang reduziert sind.

Nach Pfitzer giebt es auch eine Orchidee, die ihre Samen durch Faulen der Kapsel freiwerden lässt (Cyrtosia), und ferner giebt er an, dass die Zahl der Orchideen mit fleischigen Früchten nur gering sei und dass diese Früchte von Tieren verzehrt und so die Samen verbreitet würden.[3])

Stünde diese letztere Thatsache fest, so dürfte es allerdings fraglich sein, ob die epiphytischen Orchideen, auf die doch diese fleischigen Früchte beschränkt sind, noch andere Einrichtungen zur Verbreitung ihrer Samen brauchen. Schon Beer[4]) giebt an, dass die Kapseln der

---

[1]) Vergl. Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien II, 6, Leipzig 1889, pag. 72 u. 73.

[2]) Grundzüge, pag. 122.

[3]) Engler-Prantl, l. c. pag. 73

[4]) l. c. pag. 25.

Erd- und der Luftorchideen sich durch ihre Struktur unterscheiden, indem erstere gewöhnlich dünnwandig und trockenhäutig, letztere fleischig und saftreich seien. Dasselbe habe auch ich bestätigt gefunden. Nun haben aber ausser dieser fleischigen Struktur die Früchte der Luftorchideen gerade noch andere besondere Einrichtungen, welche auf eine wirksame Verbreitung ihrer Samen hinausgehen. Sie haben als das augenfälligste eben jene Organe, die auch Pfitzer kennt und als „Schleuderhaare“ bezeichnet. Aus der allgemein gehaltenen Angabe Pfitzers geht aber nicht hervor, ob die erwähnten fleischigen Früchte Erdorchideen angehören; würden sie aber die Früchte von Epiphyten sein, dann liesse sich schwer erklären, wozu die Pflanzen einen so kompliziert gebauten Apparat in den „Schleuderhaaren“ oder Borsten ausgliedern. Freilich bleibt auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass es sich in vereinzelten Fällen um Luftorchideen handelt, deren fleischige Früchte jener „Schleuderhaare“ entbehren und an tierische Verbreitung angepasst sind.

Ich erblicke aber vielmehr in der fleischigen Beschaffenheit der Kapselwand der epiphytischen Orchideen gegenüber den dünnwandigen Früchten der Erdorchideen eine andere biologische Bedeutung. Das Gewebe des anfangs fleischigen Perikarps ist ein Wasserreservoir ähnlich wie es in den knollig verdickten Internodien vieler sympodial gebauten epiphytischen Orchideen auch entwickelt wird. Abgesehen von den Gefässbündeln, besteht das Gewebe der Fruchtwand aus einem grosszelligen Parenchym, dessen Zellen einen dünnen Protoplasmasack führen und eine mächtig entwickelte zentrale Vakuole, erfüllt von einem schleimigen Zellsaft. Dass die peripherischen Teile Chlorophyll führen, erhöht die Analogie der Fruchtwand mit den Knollen. Dazu kommt, dass vielfach in der Kapselwand auch die aus anderen Organen epiphytischer Orchideen längst bekannten Wassertracheiden[1]) nicht fehlen.

[1]) Schimper, Pflanzengeographie. Jena 1898, pag. 14.

Die fleischige Konsistenz bedingt ferner aber auch ein anderes Öffnen der Kapsel. Der Vorgang beginnt an der Spitze und schreitet langsam basipetal fort, indem die hängende Kapsel von der Spitze her allmählich abstirbt. Dabei bleiben die Klappen oben verbunden, trennen sich nur bei Leptotes [1]) zu 6, bei Lockhartia zu 3 und biegen sich gleichzeitig zurück.

Dieses allmähliche Aufspringen der Kapsel ist noch besonders vorteilhaft für ein allmähliches Ausstäuben der zahllosen feinen Samen bei solchen Luftorchideen, welche noch besonders grosse Kapseln entwickeln, wie Laelia, Cattleya, Stanhopea.

Nach Beendigung des Aufspringens bleibt die Kapsel geöffnet; es ist klar, dass sie nicht hygroskopisch sein kann, wie Kerner [2]) annimmt. Diese Behauptung wäre nur richtig, wenn die Kapsel nicht an und für sich allmählich aber unaufhaltsam sich öffnete. Durch den fleischigen Gewebekörper wird das allmähliche Aufspringen, aber konsequent dazu auch das Offenbleiben der ausgetrockneten, leeren Kapsel bedingt. In der That habe ich nicht eine Spur hygroskopischen Reagierens von seiten einer solchen trockenen Kapsel beobachtet, dagegen ist es keineswegs ausgeschlossen, dass die trockenhäutigen Kapselklappen der Erdorchideen hygroskopisch empfindlich sind.

Es wäre von Interesse die Frage zu entscheiden, ob die Epiphyten der Familie grössere Kapseln tragen als die terrestrischen Formen und das scheint im allgemeinen zuzutreffen. Von der Gattung Cymbidium untersuchte ich zwei Species: die eine, giganteum, ist eine epiphytische Orchidee und besitzt eine viel grössere Kapsel als C. sinense. Dieses aber ist eine tropische Erdorchidee. Diese Beispiele besonders grosser Früchte dürften sich noch vermehren lassen, so dass vielleicht die epiphytischen Orchideen, wie sie die grösste Samenzahl entwickeln, auch entsprechend im allgemeinen grössere Früchte tragen als die Erdorchideen.

[1]) Engler-Prantl, l. c. pag. 72.

[2]) Pflanzenleben, pag. 613.

Freilich kommt wesentlich hierbei der Umstand in Betracht, dass augenscheinlich mit der Zahl der Blüten, welche zu einer Inflorescenz zusammentreten, auch ihre Grösse abnimmt. Diese Relation erstreckt sich aber folglich auch auf die Früchte, es müsste denn sein, dass wie bei der Rosskastanie nur immer ein Bruchteil der Blüten an jeder Inflorescenz sich zu Früchten entwickeln kann.

2. Samen.

Hinsichtlich der ausserordentlich grossen Anzahl ihrer Samen stehen die Orchideen überhaupt einzig da innerhalb der Phanerogamen. Da diese Samen aber offenbar auf die Verbreitung durch den Wind berechnet sind, so muss man schon ihre enorme Zahl als eine Einrichtung im Interesse der Erhaltung der Samen bezeichnen. Dieselbe entspricht im Prinzip der massenhaften Entwickelung des Pollens bei den windblütigen Pflanzen.

Für Orchis maculata citiert Ferdinand Cohn[1]) aus Darwin die von diesem berechnete Zahl von 18 600 Samen und es hat allen Anschein, dass zwischen Erd- und Luft-Orchideen im allgemeinen in dieser Beziehung ein absoluter Abstand besteht. Ferdinand Cohn und Pfitzer[2]) geben an, dass bei den grossen Luftorchideen, einer Stanhopea, Cattleya, die Samen wohl nach Millionen zählen dürften. Diese Schätzung ist sicherlich nicht zu hoch gegriffen, nur fragt es sich eben, inwieweit sie den Kontrast der Zahlen innerhalb der Familie zum Ausdruck bringt, oder aber inwieweit damit auf eine Steigerung der Samenziffer durch den Epiphytismus hingewiesen ist. Erwägt man, dass in der That die Samen der Luftorchideen viel schwerer einen der Keimung geeigneten Ort finden, indem ihnen im weiten Raume nur wenige luftige Horste zur Verfügung stehen, während die Samen der Erdorchideen den ganzen breiten Wiesengrund besiedeln können, so gewinnt der an-

[1]) Die Pflanze, pag. 264.
[2]) Grundzüge, pag. 165.

gegebene Gesichtspunkt sehr viel Wahrscheinlichkeit. Dieser Vermutung, dass die ganz bedeutende Höhe der Samenzahl bei den Luftorchideen auf einer Anpassung an die erhöhten Ansprüche des Standorts zurückzuführen sei, treten in den das Gewicht und die Konstitution der Samen bestimmenden Faktoren gleichgerichtete Stützen zur Seite. Auch sie müssen als wertvoll für eine möglichst umfangreiche Erhaltung der Samen betrachtet werden.

Spezifisches Gewicht sowie Konstitution und Grösse gehen zwar Hand in Hand mit einander, weil der grössere und nicht zugleich dichtere Same auch besser fliegt, aber dennoch scheint bei den Luftorchideen auch das absolute Gewicht der Samen geringer zu sein als bei den Erdorchideen, allerdings in gerade umgekehrter Form wie Beer[1]) das darstellt, indem er alle drei Punkte folgendermassen zusammenstimmt:

„Die Samen der Familie der Orchideen zeigen auffallende Unterschiede in den Formen ihrer Testa, aber immer findet sich bei jenen Orchideen, welche epiphytisch wachsen, dass deren Samenhülle wie lang geflügelt erscheint und dass, je länger gestreckt die Samenhülle gebildet ist, auch deren Bau zarter und leichter erscheint, wohingegen die Samen aller jener Erdknollen bildenden Orchideen, die ich beobachtete, eine Testa haben, welche mehr einem kurzen runden Sacke gleicht und aus derberer, schwererer Zellenbildung besteht, wahrscheinlich deshalb, weil dieser Same nur immer auf die Erde fallen soll."

Als ich diese Beschreibung der Samen nachprüfte, fand ich zu meiner Ueberraschung, dass die Samen der Luftorchideen entweder statt „lang geflügelt" kurz geflügelt, oder dass sie gar so waren, wie Beer die Samen der Erdorchideen beschrieben hatte; diese hingegen waren vorwiegend so, wie nach Beer die Samen der Luftorchideen hätten sein sollen. Im Vergleich zu den Erdorchideen besitzen die Luftorchideen kleinere, aber dichtere Samen;

[1]) l. c. pag. 26.

es ist also ihr spezifisches Gewicht grösser als das der Erdorchideen; dieser Mangel aber wird ausgeglichen durch ein geringeres absolutes Gewicht, wie folgende Angaben lehren. Eine Tabelle von Kerner[1]) führt unter 12 Gewichten leichtester Pflanzensamen auch 2 von Orchideen auf, das eine von Stanhopea oculata von 0.003 mg und das andere Gymnadenia conopea (0.0008), welches gleich um 0.005 mg grösser ist, als das der epiphytischen Orchidee. Die einzige andere Angabe, welche für das geringe Gewicht der Samen von epiphytischen Orchideen jedoch als typisch durchweg citiert wird, stammt von Beccari.[2]) Dies Beispiel ist Dendrobium antennatum, deren Same 0.00565 mg wiegt — also auch noch über die Hälfte der vorhin sich mit Stanhopea ergebenden Gewichtsdifferenz leichter wird.

Die Abänderung der Grösse und der Konsistenz der Samen bei den epiphytischen Orchideen hängt offenbar auf das engste zusammen mit dem Auftreten der interplacentaren Organe, der Schläuche oder der Borsten. Die Testa ist nämlich um so grösser, je weniger solcher Organe in der Kapsel vorhanden sind. Man kann darnach drei Typen aufstellen.

Bei dem ersten Typus von Orchideensamen umschliesst die Testa den eiförmigen Embryo als ein kurzer, dichtanliegender Sack. Der ganze braun oder gelblich gefärbte bis fast farblose Same erscheint an den beiden Polen mit einem rudimentären Flügelanhang, der fast nur in zwei Spitzen angedeutet ist. Solche „staubförmige“ Samen kommen dort vor, wo die Kapsel beim Aufspringen ganz mit dem filzartigen Gespinst der hygroskopischen Schläuche erfüllt ist, also wohl bei allen monopodialen Orchideen, die allem Anschein nach in den wesentlichen Merkmalen übereinstimmen. Ausserdem fand ich sie dergestalt bei Odontoglossum pulchellum, Lycaste Skinneri und cruenta,

[1]) Pflanzenleben, l. c. pag. 609.

[2]) Citat bei Pfitzer, Grundzüge, pag. 165.

während Pfitzer[1]) sie so beschreibt bei Lycaste aromatica und Anguloa Clowesii, bei denen er gleichzeitig zahlreiche „Schleuderhaare" konstatiert.

Der zweite Typus, der zu dem eben besprochenen Bau in schärfsten Gegensatz tritt, bezeichnet die Samen der Erdorchideen, wo in den Kapseln der Filz von „Schleuderhaaren" gänzlich fehlt. Diese Samen sind länglich gestreckt, der Embryo schimmert durch die schleierartige zu beiden Seiten breit abschliessende Testa hindurch und ist nur $^1/_3$ so lang wie diese. Diese Stufe zeigt demnach eine Weiterbildung der beiden Flügelanhängsel in Gestalt zweier cylindrischer Säcke. Manchmal ist hier die Testa derber und alsdann undurchsichtig. Solche Samen werden als „sägespähnartig" bezeichnet. Hierfür gehören die Samen der tropischen wie der heimischen Erdorchideen: Bletilla hyacinthina, Cymbidium sinense, Cypripedilum Calceolus, Phajus grandiflorus, Sobralia macrantha, Aceras longibracteata, Gymnadenia, Orchis u. a. Diese habe ich selbst untersucht; Pfitzer[2]) beschreibt noch die von Calanthe mit Phajus zugleich: „Dagegen sind bei den genannten Gattungen die wie bei den Cymbidien farblosen Samen sehr schmal und lang (bis über 1 mm) mit verhältnissmässig kleinem in einer mittleren Anschwellung gelegenem höchstens $^1/_3$ der ganzen Samenlänge erreichenden Embryo," und stellt zu ihnen die von Beer abgebildeten Samen von Acanthephippium, Bletia und Mormodes.

In der Mitte zwischen diesen beiden Typen steht eine dritte Form. Sie kommt dort vor, wo entweder nur die starren Borsten oder wo wenige Schläuche zwischen den Placenten entwickelt sind. Die relative Grösse der Testa zum Embryo nimmt etwa eine Mittelstellung ein zwischen den beiden vorgenannten Typen. Ausser den Samen der Orchideen mit starren Borsten wie den im Verzeichnis namhaft gemachten Vertretern der Gattungen Cattleya,

[1]) Grundzüge, pag. 100.

[2]) Grundzüge, pag. 65.

Laelia und Epidendrum gehören in diese Zwischenstufe als Formen mit Schläuchen: Cymbidium giganteum, Dendrobium nobile, Brassia Josstiana, Zygopetalum Mackayi und Z. crinitum.

Etwas abseits in der Form, sonst aber hier anzuschliessen sind die Samen der Stanhopea-Arten. Hier ist der Embryo von einer rundlichen, gewölbten, zarten Hülle so umschlossen, dass er wie in einem Netz aufgehängt erscheint.

Mit dieser Einteilung der Samen kollidiert die Erd-Orchidee Lissochilus streptopetalus, deren Samen, wie Pfitzer, gewiss selbst überrascht, dem Citat über die Samen von Phajus und Calanthe in der zweiten Gruppe hinzufügt, nach Beer kurz und birnenförmig sein sollen. Entweder hat diese Erdorchidee „Schleudern“ oder die Angabe Beers ist wirklich zu bezweifeln, sofern sie nicht aus Beers falscher allgemeiner Beschreibung der Erd-Orchideensamen hervorgegangen ist.

3. Interplacentare Organe.

A. Schläuche und Bündel.

Die Organe, durch deren Besitz sich die Kapseln der Luftorchideen vor denen der Erdorchideen auszeichnen, sind entweder zahlreiche freie, schlauchförmige, 1—1½ cm lange Zellen oder aus wenigen solcher seilartig zusammengedrehte Bündel.

Die Schläuche sind im wesentlichen nach zwei Typen gebaut. Bei den meisten Formen stellen sie lange cylindrische Zellen mit linksschiefen Tüpfeln dar. Ihr oberes Ende ist nicht wesentlich verschmälert, bei Vanda tricolor sogar kopfförmig angeschwollen. Mit breiter Basis sind sie ihrer Insertionsstelle eingesenkt, an der Basis selbst einseitig verbreitert; seltener erstreckt sich die Verbreiterung nach zwei Richtungen, vielfach indessen fehlt sie auch ganz. Die Basalenden sind dann einfach spitz zulaufend. An diesem sonst fussförmigen Basalstück liegen zahlreiche Tüpfel, sowohl an der breiten Basalfläche wie

an den Seiten. Die Membran erscheint dadurch gewissermassen gitterartig durchbrochen. Diese schlauchförmigen Gebilde entstehen durch einfaches Auswachsen einer oberflächlich gelegenen Zelle der Innenwand, oder aber diese Zelle wölbt sich hervor und teilt sich durch eine Wand parallel der Fläche in eine untere und eine obere, die dann schlauchförmig auswächst. Die zu Schläuchen auswachsenden Zellen sind nun zum Teil parenchymatisch oder von prosenchymatischer Gestalt und das bedingt die schwankende Breite des basalen Fussteiles.

Wiederum in anderen Fällen bleiben die Schläuche kürzer und stellen zapfen- bis keulenförmige Gebilde dar, mit dicht stehenden einfachen, rundlichen und dazwischen auch langen queren Tüpfeln übersät, wie bei Dendrobium formosum und nobile.

Die Bündel bestehen aus 20 bis 25 einzelnen Schläuchen, welche innig verbunden gewöhnlich rechts gedreht sind, d. h. mit dem umgekehrten spiraligen Verlauf der einzelnen Schlauchzellen wie die schiefen Tüpfel der Schläuche.

Bekanntlich ist die Kapsel der Orchideen einfächerig. Ihre Wand wird aus 3 Karpellen gebildet, die längs der Placenten mit einander verwachsen sind. Betrachtet man den Querschnitt einer frischen Kapsel, so ist derselbe etwa folgendermassen zu deuten. Die drei Placenten springen mächtig entwickelt nach Innen vor. An den Mittellinien der Fruchtblätter dagegen befindet sich eine Einkerbung von Innen her, während von Aussen her gleichfalls zwei Einkerbungen die Mittelrippen der Karpelle bis auf zwei schmale Verbindungsstellen rund herum abschnüren. Bei der Reife werden diese Verbindungsstellen durchbrochen und die Mittelrippen der drei Karpelle lösen sich als schmale Fruchtrippen oder -Klappen von den andern drei Fruchtklappen, die also aus den Hälften je zweier benachbarter Karpelle bestehen. Diese Fruchtrippen werden in der Litteratur, schon bei Beer, die „breiten, die Samenpolster in ihrer Mitte tragenden“ genannt.

Die innerste Schicht des Kapselquerschnitts wird aus mechanischen, verdickten Zellen gebildet, welche an der Innenwand parallel zur Fläche, aber senkrecht zur Längsachse gestreckt erscheinen. Lücken finden sich in diesem mechanischen Ring nur an den eben erwähnten schmalen Verbindungsstellen, an denen später die schmalen Klappen von den breiten sich lösen.

Aus diesen Einkerbungen entspringen hier und da glänzende, weisse Fasern und verlaufen nach der Mitte der Kapsel zu. Diese Fasern sind Bündel von fest miteinander verbundenen Schläuchen.

Will man den Ursprung dieser Fasern genauer feststellen, so muss man die Mittelrippe des Karpells durch zwei radiale, nicht zu nahe an ihr geführte Längsschnitte aus der Kapselwand ausschneiden uud die anhängenden Seitenflügel vorsichtig abbrechen. Dieses Abbrechen geschieht dann gerade an den besprochenen Verbindungsstellen und legt natürlich die Flanken der breiten Fruchtklappen frei. Man bemerkt alsdann am Rande der breiteren Fruchtklappen längs der Bruchseite eine Reihe Bündel neben einander, wie die Zinken eines Kammes. In den Lücken zwischen diesen Zinken sassen die Bündel des Karpellstücks der benachbarten Fruchtrippe. Man hebt nun durch einen dünnen Flächenschnitt, welcher unmittelbar unter der inneren Karpellwand geführt wird, den aus den Borsten gebildeten Kamm ab.

Bei genauer Prüfung unter dem Mikroskop erkennt man zunächst die vorhin beschriebene Schicht mechanischer Zellen wieder und zwar jetzt in der Flächenansicht; eine weitere Beobachtung unter Zuhilfenahme von Querschnitten durch das Perikarp zeigt, dass diese Schicht kurz vor ihrem Aufhören an der präformirten Bruchfläche doppelt wird. Die äussere Schicht wächst nun zu den Bündeln aus.

Man könnte sich wohl vorstellen, dass die Vereinigung der einzelnen Zellen zu Bündeln erst nachträglich also in einiger Entfernung von der Basis eintritt. Das ist jedoch nirgends der Fall, vielmehr stehen die betreffenden

Zellen schon an der Basis von Anfang an in innigem Contact und wachsen Wand an Wand so aus, dass eine Emergenz entsteht. Auf der eben betrachteten Flächenansicht stellt sich dieses Zusammenstreben der einzelnen Zellen zu einem Zellkegel dar wie die Vereinigung der Radien eines Kreises im Centrum.

Diesen Ursprung an den Rändern der breiten Fruchtrippen liessen die Bündel auch an der aufgesprungenen Kapsel noch ohne weiteres deutlich erkennen, da die Ränder der Fruchtrippen alsdann schon auf natürliche Weise blossgelegt waren.

Weniger leicht lassen sich die Ursprungsstellen der Schläuche ermitteln. In der frischen Kapsel bilden sie mit den Samen eine feste homogene Masse, aus der sie ihrer grossen Zartheit und Feinheit wegen nicht herauszusichten sind. Man kann ihnen mit gutem Erfolg nur dann beikommen, wenn man wie bei den Bündeln die schmale Fruchtrippe ausschneidet. Hat man kein frisches, jüngeres Material, so ergeben sich dadurch Schwierigkeiten für die Feststellung der Entstehung der Schläuche, dass sie nicht wie die Bündel noch ansitzen, sondern sich losgelöst haben. Es ist dann zweifelhaft, ob die Haarorgane an den Rändern der breiten Fruchtrippe oder auf der Mittellinie der schmalen entstanden sind.

So scheint beispielsweise ein Ursprung der Schläuche aus den oberflächlich gelegenen Zellen der schmalen Fruchtrippe vorzuliegen bei Vanda tricolor und suavis, bei Lycaste cruenta und Skinneri, da das die Kapsel erfüllende dichte Fasergespinst wenigstens zum Teil aufsass auf 3 braunen einschichtigen Gewebestreifen und diese ihrer Lage nach den schmalen Fruchtrippen der Kapsel entsprachen. Mit diesem Gewebestreifen stimmte bei Vanda tricolor an den schmalen Rippen deutlich eine flache Rinne überein, in der er gesessen haben mochte. Derselbe Entstehungsherd findet sich nach einer Abbildung von Beer[1]) auch bei

[1]) l. c. pag. 23, Taf. I.

Acropera intermedia, ferner nach Pfitzer[1]) bei Calanthe. Was aber die Abbildung von Beer betrifft, so giebt sie in ihren Einzelheiten die thatsächlichen Verhältnisse nicht genau wieder, namentlich entspricht der Zellcomplex, den er als Basalzellen bezeichnet, auf keinen Fall den von mir oben erwähnten dünnen, braunen Gewebestreifen.

Pfitzer[2]) giebt andererseits an, dass bei den Gattungen der monopodialen Orchideen (Vanda, Aerides, Angrecum, Saccolabium, Sarcanthus) die Schläuche durchweg an den Rändern der breiten Fruchtrippen entstehen sollen. Zwar zeigen diese Gattungen in Bezug auf die reichliche Entwickelung der Schläuche und den Bau der Kapseln grosse Uebereinstimmung unter einander, für Vanda indessen ist der Ursprung ihrer Schläuche zum mindesten zweifelhaft.

Sieht man von den bisher genannten Gattungen ab, welche die Schläuche wahrscheinlich auf den schmalen Fruchtrippen tragen, zo tragen andererseits sehr viele Orchideen die Schläuche sämtlich am Rande der breiten Fruchtrippen, so u. a. Stanhopea, Gongora, Brassia, Cymbidium giganteum, Zygopetalum, Odontoglossum, Oncidium.

Ausser der oben erwähnten Abbildung liefert Beer noch eine weitere, welche das Entspringen der Schläuche an den Rändern der breiten Fruchtrippen demonstrieren soll, nämlich von Epidendrum cuspidatum.[3]) Auch in dieser Abbildung sind die Schläuche durch Schattierung rückwärts in das Gewebe der Rippe hinein verlängert, als ob sie aus einer scheidenartigen Vertiefung entsprängen, ein Vorkommen, das niemals wirklich beobachtet werden kann. Schliesslich giebt Beer noch eine Abbildung für das Entspringen von Schläuchen aus der Mitte der Placenten an.[4]) Diese Abbildung, von Gongora bufonia genommen, ist so unvollständig und mangelhaft gehalten, sie besteht nur aus

[1]) Grundzüge, pag. 56.
[2]) Grundzüge, pag. 28.
[3]) l. c. pag. 23, Taf. II, Fig. 2.
[4]) l. c. pag. 23, Taf. II, Fig. 3.

einigen wenigen, locker um einander spiralig gedrehten Schläuchen, an denen einige Samen haften, dass man sie als nicht beweisend ausser Acht lassen könnte, auch wenn nicht eine von mir untersuchte, auf die Species nicht sicher bestimmte Gongora-Kapsel den Ursprung der Schläuche unzweideutig an den Rändern der breiten Fruchtrippen gezeigt hätte. Im übrigen hat auch Pfitzer niemals den Ursprung von Schläuchen inmitten der Placenten beobachtet.

Nicht zu verwechseln mit den beschriebenen „interplacentaren Organen", den Schläuchen und Bündeln, ist der gleichfalls interplacentar orientierte Zellcomplex der sogenannten Tela conductrix.

Auf dem Querschnitt einer Orchideenkapsel sieht man nämlich in den Winkeln zu beiden Seiten der Placenten einen dichten weissen Flausch feiner Trichome, der bei Erd-Orchideen wie bei Epiphyten in gleicher Stärke entwickelt ist. Bei reifen Kapseln scheint dieser Flausch zu einer hornartigen Leiste zu erhärten, wie ich eine solche in einer leeren Kapsel von Stanhopea oculata zu beiden Seiten der Placenten beobachtete.

Zuerst erwähnt wird diese doppelseitige Bekleidung der „Samenträger" bei Vanilla planifolia von Flückiger[1]) und zwar als „leitendes Zellgewebe". Nach ihm beschreibt Arthur Meyer[2]) gleichfalls bei Vanilla planifolia diese winkelständige Bildung folgendermassen: „Zu beiden Seiten jedes Placentenpaares geht die Epidermis der Fruchtknotenhöhlung Teilungen ein und bildet mehrere Zellschichten mit verschleimter Membran; es entstehen so 6 Längsstreifen von Leitgewebe. Schliesslich findet sich auch eine Beschreibung dieser Tela conductrix bei Tschirch.[3])

---

[1]) Pharmakognosie des Pflanzenreichs. Dritte Aufl., Berlin 1891, pag. 909.

[2]) Wissenschaftliche Drogenkunde. Berlin 1892, II., pag. 384.

[3]) Tschirch und Oesterle, Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde, Leipzig 1894, pag. 61.

Aus der Thatsache des Verschleimens der Zellwände erklärt sich die hornartige Beschaffenheit der Trichomleiste beim Austrocknen. Beim Aufkochen der hornartigen Leisten von Stanhopea liess sich auch die Verschmelzung aus den zahllosen innig feinen Trichomen deutlich wiedererkennen.

Es ist wahrscheinlich, dass dieser Trichomflausch, der auch nach der Befruchtung der Samenanlagen nicht verschwindet, sondern in der befruchteten Kapsel eher noch üppiger entwickelt erscheint, sich dadurch als vorteilhaft erweist zur Ausstopfung der blinden Nieschen zu beiden Seiten der Placenten. Es wird so verhütet, dass Samen in diese Winkel geraten, in denen sie gefangen bleiben könnten. Ferner scheint in dem Erhärten dieser Trichomleiste, wenigstens bei Stanhopea eine Art Aussteifung zustande zu kommen für die immerhin im Verhältnis zu ihrer Grösse ziemlich dünnen breiten Kapselklappen. Thatsache aber ist, dass durch diese üppig entwickelten Nieschentrichome die homogene und continuierliche Ausfüllung der Kapselhöhlung vervollständigt wird.

B. Funktion der Schläuche und Bündel.

Die beiden Ausbildungsformen dieses Apparates, nämlich die eben beschriebenen Schläuche und die Bündel, sind offenbar einander gleichwertig und ihnen kommt die Aufgabe zu, eine wichtige Funktion während der Aussaat der Samen zu erfüllen; in einzelnen Fällen sind die Schläuche in hohem Masse hygroskopisch, in vielen andern tritt diese Eigenschaft weniger stark in die Erscheinung.

a) Capillitium.

Zur Reifezeit, wenn die Fruchtrippen der Orchideen-Kapsel von ihrer Spitze her basipetal allmählich auseinander weichen, vollziehen sich in den Kapseln beider Gruppen, in denen mit Bündeln, sowie dort, wo Schläuche auftreten, in ihrem Effekt zwar gleiche, aber in ihrem Verlauf sehr verschiedene Vorgänge.

Die zahlreichen freien Schläuche lösen sich unter wirbelnden Drehungen und Schwingungen von ihrem Lager

los in ihrer ganzen Länge, ohne dass der Fuss etwa zurückbleibt, und verweben mit einander inmitten des Gehäuses zu einem dichten Fasergerüst. Durch das Loslösen der Schläuche werden nun zwar die Ausgänge durch die Spalten frei, aber das Fasergerüst wirkt wie das Sieb einer Streusandbüchse und filtriert die Masse der staubfeinen, punktförmigen Samen. Dies mag besonders der Fall sein bei den monopodialen Orchideen, welche sämtlich schön entwickelte Schläuche besitzen. Pfitzer[1]) beobachtete den Vorgang und fand ihn besonders instructiv bei Sarcanthus pallidus. Schon Beer[2]) hatte das „Ausschleudern" der Samen beschrieben und besonders betont, dass die „Thätigkeit dieser Schleudererorgane nicht allgemein und gleichzeitig im Innern der ganzen Masse des Fruchtinhaltes, sondern nur nach Massgabe des fortschreitenden Auseinanderweichens der Fruchtrippen" eintrete und bis zur völligen Entleerung der Frucht andauere.

Anders ist der Verlauf in den Kapseln, welche, wie die der Cattleya-, Laelia-, Epidendrum-[3])Arten Bündel besitzen statt der Schläuche. Diese Bündel lösen sich nicht los, sind auch völlig starr, höchstens biegen sie sich ein wenig, aber ihre Anordnung ist so, dass sie beim allmählichen Auseinanderweichen der Klappenränder wie zwei Kämme mit ineinander greifenden Zinken vor die Oeffnung treten und so wie ein massiveres Stabsieb ein klumpenweises Ausfallen der Samen hindern.

Betrachtet man nun den Apparat als ein Ganzes, dessen Teile eben nicht isoliert, sondern in ihrer Gesamtheit zur Wirkung gelangen, so kann man ihn nur mit einem Capillitium der Kryptogamen vergleichen. Unter diesem Namen hat ihn auch Ludwig[4]) für beide Fälle beschrieben. Pfitzer[5]) vergleicht die Wirkungsweise des Capillitiums aus

[1]) Grundzüge, pag. 28.

[2]) l. c. pag. 25.

[3]) Eine Ausnahme macht nach Beer (l. c. pag. 23) Epidendrum cuspidatum, indem die Abbildung von Beer Schläuche zeigt.

[4]) Lehrbuch, l. c. pag. 308.

[5]) Grundzüge, pag. 28.

Schläuchen mit dem Capillitium vieler Gastromyceten, mit dem der Apparat im Gesamtbau und seiner Funktion ja auch übereinstimmt. Bei den Gastromyceten sind es sterile einzellige, aber meist fein verästelte und stets verdickte Hyphenstränge, die zwischen dünnwandigen, protoplasmareichen und später resorbierten, den fertilen, ein dichtes Haargeflecht bilden, das die Sporenmasse umklammert hält, so dass der Wind sie nur nach und nach abtragen kann.[1])

Aehnlicher noch ist dasselbe Gerüst dem Capillitium der Myxogasteres. Das geht aus folgender Schilderung Schröters hervor:[2]) „Dieses Capillitium ist in dem geschlossenen Sporangium in den meisten Fällen zusammengedrückt und kann sich nach dessen Bersten, besonders durch eindringende Feuchtigkeit, bedeutend ausdehnen. Ohne Zweifel kann es zur Zerstreuung der Sporen viel beitragen; besonders die Capillitiumröhren der Trichiaceae sind häufig mit den Elateren der Lebermoose verglichen worden."

In der Volumvergrösserung nach dem Bersten des Gehäuses und dem Hinweis auf die Lebermooselateren liegen die Vergleichspunkte. Den ersteren Punkt hat auch Kerner in seiner schönen Schilderung[3]) hervorgehoben; und was die Uebereinstimmung mit den Sporogonen der Lebermoose anbelangt, so ist diese eine noch bei weitem vollkommenere; es handelt sich um ganz dieselben Einrichtungen, die z. B. auch für Pellia und Marchantia gelten.

Goebel[4]) hat zuerst übersichtlich dargestellt, dass abgesehen von den Fällen, in denen die sterilen Zellen im Sporogon als „Nährzellen" dienen, die Elateren eine doppelte Funktion haben, einmal die der Auflockerung der Sporenmasse und zweitens die Aufgabe als Schleuderorgane zu

---

[1]) De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig 1866, pag. 77 und 78.

[2]) Engler-Prantl, l. c. Teil I, Abt. 1, Leipzig 1897: Schröter, Myxogasteres, pag. 12.

[3]) Pflanzenleben, Bd. II, pag. 613.

[4]) Organographie, Jena 1898, Teil 2, pag. 323.

wirken. Nur mit der ersten Gruppe besteht hier eine Uebereinstimmung; Goebel beschreibt den Vorgang folgendermassen: „Die sterilen Zellen . . . . . beteiligen sich bei der Sporenverbreitung und zwar in verschiedener Weise, teils indem sie beim Austrocknen Schnellbewegungen ausführen, teils indem sie nach Oeffnung der Sporogone ein lockeres Haufwerk bilden, das einen grösseren Raum einnimmt als in den Sporogonen und von dem die Sporen durch Luftströmungen allmählich weggeführt werden können.“[1]) Wort für Wort dieser Darstellung trifft auf das Fasergerüst der Orchideenkapseln zu, sogar die Aehnlichkeit besteht noch, dass auch die Elateren wie Goebel[2]) das für den Frullania-, Pellia-, Aneura-Typus und Jungermannia bicuspidata hervorhebt, von der Kapselwand entspringen und langgestreckte Gestalt besitzen.

In alledem liegt eine Bestätigung der Thatsache, dass vorteilhafte Einrichtungen für sparsame Aussaat überall da entwickelt sind im Pflanzenreich, wo die Fortpflanzungskeime eine derartige Kleinheit neben einer grossen Massenhaftigkeit erreicht haben.

Fasst man die oben besprochenen Einzelfälle übersichtlich zusammen, so ergeben sich für den Bau des „Capillitiums“ in den Orchideenfrüchten drei Stufen der Entwickelung:

1. Das Capillitium besteht aus starren, borstenförmigen Anhängseln, welche an den Rändern der breiten Fruchtklappen sitzen bleiben und die Samenmasse in gewissem Sinne mit einem Gitter umgeben (Laelia, Cattleya, Epidendrum, Brassavola, Chysis).

2. Das Capillitium ist ein System von einzelnen schlauchförmigen Zellen, die in grosser Menge isoliert zwischen den unzähligen Samen eingebettet liegen; den Schläuchen kommt nur eine geringe Hygroskopicität zu. (Odontoglossum grande, O. Rossii,

[1]) l. c. pag. 321.
[2]) l. c. pag 326.

Zygopetalum, Vanilla, Dendrobium, Cymbidium giganteum, Brassia, Stanhopea, Gongora, Lycaste, Bletia, Oncidium).

3. Diese Schläuche sind in hohem Masse hygroskopisch und sind daher ein weit wirksamerer Apparat, der durch die Beweglichkeit seiner Elemente dauernd die Samenmasse lockert (Aerides, Angrecum, Vanda, Saccolabium, Odontoglossum pulchellum).

b) Verwertung am Standort.

Es erscheint nicht uninteressant die Frage zu erörtern, welche der beiden Einrichtungen als vorteilhafter zu betrachten sei und inwieweit sie mit den Standortsverhältnissen in Beziehung stehe. Nach einer Angabe von Stein[1]) haben gerade die Orchideen mit den im hohen Masse hygroskopischen Schläuchen, die Vandeen und auch Anectochilus im Gegensatz zu den andern, die zur Zeit der Reife geradezu des „Ausgekochtwerdens" durch die Sonne bedürfen, ein sehr geringes Verlangen nach direkter Sonnenbestrahlung. Die Arten der Gattung Vanda, Angrecum u. a. bedürfen, wie auch Landschaftsbilder[2]) lehren, schon wegen des Mangels an Luftknollen augenscheinlich eines geschützten Standorts, wo Wind und Sonne nicht so intensiv wirken können. Ihre Kapseln entbehren auch jeder flügelförmigen Verbreiterung, welche sich für die Bewegung durch den Wind von Nutzen erweisen, und alle haben denselben Mechanismus zahlreicher, höchst empfindlicher Schläuche. Sie scheinen also bezüglich der Aussaat ihrer Samen wegen der Empfindlichkeit des Apparates nicht auf eine so starke Mithilfe durch Sonne und Wind angewiesen zu sein.

Anders die Formen, deren geöffnete Kapseln nur die wenigen starren Borsten besitzen. Wo die Kapseln nicht gross und infolgedessen auch nicht durch grosse Spalten leichter durchlüftbar sind, da hängen sie an relativ dünnen Stielen und besitzen flügelförmige Anhänge.

---

[1]) Orchideenbuch. Berlin 1892.

[2]) Vergl. z. B. Schimper, Pflanzengeographie, pag. 143.

Für gewöhnlich treten solche flügelförmige Anhänge oder Kämme auf dem Rücken der breiten Fruchtrippen auf, Pfitzer[1]) indes hat bei Coelia Baueriana im ganzen 9 Flügelfortsätze beobachtet, indem hier jede breite Fruchtrippe einen stärkeren, die schmalen Fruchtrippen dagegen je zwei minder kräftige Flügelanhänge tragen. In den von mir beobachteten Fällen sassen die Flügelanhänge durchweg auf den breiten Fruchtrippen. Ein besonders schönes Beispiel dafür liefert Epidendrum cochleatum; aber auch die Kapseln der Cattleya- und Laelia-Arten besitzen vorspringende Aussenrippen.

Ein Mittelding stellt die Gattung Zygopetalum dar, wo Anzahl und Ausbildung der Schläuche auf eine Reduktion hinzudeuten scheinen und in der That stimmt damit sehr gut überein, dass die Kapsel von Zygopetalum geflügelt ist.

Es ergiebt sich also als notwendige Folge aus diesen Standorts-Modificationen die eigenartige doppelte Parallele. Je zahlreicher die interplacentaren Organe der epiphytischen Orchideen sind, desto grösser wird ihre Empfindlichkeit, und zweitens erscheinen die Kapseln mit weniger empfindlichen Organen zum Zweck des Ausschüttelns durch den Wind mit flügelförmigen Ansätzen ausgestattet.

Darüber, dass Winde oder zum mindesten Luftströmungen die Aussaat bewerkstelligen helfen, sind Kerner[2]) und Pfitzer[3]) einer Meinung, nur schliesst ersterer, dass es trockene Winde sein müssen, unter deren Einwirkungen die Kapselklappen auseinanderweichen, der Filz von Schläuchen sich aufbauscht und die Samen von Innen nach Aussen befördert. Pfitzer dagegen meint, dass feuchte Winde die Aussaat begünstigen, weil bei einer trockenen, in Wasser gebrachten Kapsel von Laelia anceps die Borsten sich nach auswärts gebogen haben sollen. Dadurch wäre die Oeffnung vergrössert und reichlicheres

[1]) Grundzüge, pag. 96.

[2]) Pflanzenleben, Bd. II, pag. 613.

[3]) Grundzüge, pag. 121.

Ausfallen von Samen bewirkt. Beer[1]) hatte dagegen schon früher sich den Prozess unabhängig von allen äusseren Einflüssen vorgestellt allein als die unabänderliche Begleiterscheinung der Reife, die sich eben durch das allmähliche mit dem Aufspringen Hand in Hand gehende Abwelken der äusseren Fruchtwandung kundgiebt.

Schon hier sei übrigens besonders hervorgehoben, dass ich selbst ein derartiges Auswärtsbiegen der starren Borsten infolge von Befeuchtung, wie es Pfitzer schildert, an keiner Orchidee beobachten konnte; diese Erscheinung trat selbst dann nicht ein, wenn die Kapsel (beispielsweise von Cattleya Mossiae) in Wasser einige Zeit lang gekocht wurde.

Die Ansichten von Beer einerseits und die Kerners und Pfitzers andererseits ergänzen einander im wesentlichen; was die letzteren Forscher nicht berücksichtigen, den Zeitpunkt der Reife, darin sieht Beer allein den massgebenden Faktor, und was Kerner und Pfitzer allein in Rechnung ziehen, die äusseren atmosphärischen Einflüsse, das übersieht wiederum völlig Beer. Es kommt aber noch ein drittes wichtiges Moment hinzu, das ist der Zustand des Kapselinhaltes vor der Reife. Derselbe ist im frischen Zustande marzipanartig nass und verbacken. Er braucht also wie die ganze fleischige Kapsel Trockenheit, um zerfallen und ausstäuben zu können. Das kann aber begreiflicherweise bei feuchter Atmosphäre nicht geschehen, oder die Sonne muss die ausreifende Kapsel stark erwärmen.

Mit diesen Ausführungen deckt sich nun meine Beobachtung an der von mir geprüften Gongora-Art. Bei Sonnenbestrahlung fand trotz der stagnierenden Feuchtigkeit im Gewächshaus ein Abstäuben der Samen von den durch Abschneiden des Säulchens allerdings künstlich auseinander gespreizten einzelnen Placentarrippen statt. Die normaler Weise nur seitlich aufspringende Kapsel freilich bedarf gewiss eines durchstreichenden Windzuges, um allmählich ihre Samen zu entlassen.

[1]) l. c. pag. 26.

Aus meinen Beobachtungen möchte ich auf eine Aussaat der Samen während relativ trockener Luft schliessen; denn die Kapseln öffnen sich allmählich, und die Samen sind zunächst durch Adhäsion mit einander zu feuchten Ballen verbunden; das Austrocknen derselben und das dann erfolgende Verstäuben dürfte bei trockener Luft oder in der Sonne rascher oder ausschliesslicher geschehen als bei stark feuchter Atmosphäre. Nun wird es auch verständlich, weshalb die Formen feuchter oder schattiger Standorte gerade hygroskopische Schläuche besitzen, weil eben hier durch die Hygroskopicität dieser Organe das erreicht wird, was ein sonniger Standort an und für sich bietet.

Es erfolgen ja auch, wie später ausführlicher gezeigt wird, die Bewegungen bei Wasserverlust energischer als bei Wasseraufnahme, und die Thatsache findet eine schöne Analogie in den Elateren der Lebermoose. Goebel[1]) urteilt über die Schnellbewegungen der Lebermooselateren folgendermassen:

„Die Schnellbewegungen der Elateren treten, wie ich gezeigt habe, beim Austrocknen derselben ein, sie werden um so energischer sein, je rascher die Austrocknung erfolgt."

Capillitium und Samenhülle stehen augenscheinlich in Correlation. Wo das Capillitium als dichter Filz die Kapsel erfüllt und die Durchlockerung und Trennung der Samen besorgt, da müssen diese kurz und gedrungen sein, um durch den dichten feinmaschigen Filter nach aussen gelangen zu können. Wo das Capillitium die Samen nicht trennt, da haben die Embryonen die feine, schleierartige Hülle, durch die sich leicht von einander isolieren, weil dieselbe leicht austrocknet. Hygroskopische Bewegungen der Samen habe ich jedoch niemals beobachtet, auch bei Cymbidium sinense nicht, wo Pfitzer[2]) sie gesehen haben will.

Bei den Kapseln mit Borsten kann die Durchlockerung durch diese Organe nur gering sein, da die Bündel

[1]) Organographie, Teil 2, pag. 322.

[2]) Grundzüge, pag 36.

höchstens unbedeutende Krümmungen ausführen, dagegen sind hier die Samen mit grösserer luftigerer Testa wie mit einer Isolationsvorrichtung versehen, sie werden auch viel schwerer von Wasser durchzogen, als die kleinen Samen der Kapseln mit hygroskopischen Schläuchen. Wie dargethan, nähern sie sich in ihrem Bau den Samen der Erd-Orchideen, wo jedes Capillitium fehlt. Beim Aufspringen der Kapsel reicht also eine mehr oder minder geringe Luftbewegung bei trockener Witterung zum Ausstäuben der Samen aus, während hingegen Feuchtigkeit die Samen zu Klumpen zusammenbalgen würde.

c) Torsionserscheinungen.

α) Anzeichen für eine Schleudertheorie.

Bei isolierter Betrachtung der einzelnen Elemente eines Schlauches könnte man in der That jederzeit geneigt sein anzunehmen, man habe es mit einem Schleuderapparat zu selbstthätiger Aussaat der Samen zu thun.

Ich überzeugte mich zunächst bald, dass allerdings auf den blossen Hauch hin selten oder fast nie sich ein solcher Schleuderfilz, wie ihn beispielsweise die geöffnete Kapsel einer monopodialen Orchidee zeigt, hygroskopisch beweglich erweist. Bei Vanda tricolor und Vanda suavis konnte ich überhaupt die feinsten hygroskopischen Regungen beobachten. Deren Schläuche reagirten sogar nicht nur auf den blossen Hauch, ein einzelnes Haarorgan drehte und wendete sich schon infolge der Ausdünstung dreier ihm angenäherter Fingerspitzen. In einem andern Fall trat eine solche lebhafte hygroskopische Reaktion unter dem Mikroskop ein, indem ein Schlauch von Vanda suavis, auf dem Objekträger liegend und vom Deckglas bedeckt, doch mit rythmischen Bewegungen auf das Atmen des am Mikroskop sitzenden Beobachters reagierte. So empfindlich dürften die anderen, freilich auch noch guten „Schleuderer“ sich durchweg nicht erweisen. Zu diesen letzteren sind zu rechnen ausser den bekannten monopodialen Orchideen, wie Aerides odorata, die mir vorlag, und

Sarcanthus pallidus, an welcher Pfitzer[1]) die Erscheinung des Ausschleuderns am besten beobachten konnte, von anderen Brassia Josstiana, Gongora sp., Lycaste cruenta und Odontoglossum pulchellum. Hinter diesen Orchideen mit „Schleudern" stehen entschieden zurück Stanhopea tigrina, oculata, Odontoglossum grande und Rossii, Zygopetalum Mackayi sowie Lycaste Skinneri — die beiden Stanhopea-Arten und Lycaste Skinneri lagen mir allerdings nur in sehr unzureichenden Exemplaren vor.

Die Schläuche der beiden Vanda-Arten stellen langgestreckte, schlauchförmige Zellen dar mit feinen, spaltenförmigen Tüpfeln. Die Membranen dieser Schläuche sind auffälligerweise nicht besonders stark verdickt, ja die kopfig aufgetriebenen Schlauchenden sind sogar dünnwandig. Die verdickten Partien der Schläuche sind nämlich bei Vanda suavis hellgelb und bei Vanda tricolor kakaobraun gefärbt; „bei starker Verdickung ist die Wand meist geschichtet."[2])

Die in geringem Masse hygroskopischen Schläuche von Stanhopea, Odontoglossum u. a. haben den vorher genannten Gattungen gegenüber stark verdickte Membranen und stehen auch durch ihre zum Teil erheblich geringere Länge hinter denen von Vanda und den anderen Arten der Gruppe mit gut hygroskopischen Schläuchen zurück. Endlich sind noch hier anzuschliessen Dendrobium formosum und Dendrobium nobile mit keulenförmig gestalteten Schläuchen. Die Membranen dieser Schläuche erscheinen übersät mit zahlreichen, rundlichen Tüpfeln. Auch die papillenartig gestalteten Schläuche von Vanilla planifolia entsprechen dem letztgenannten Typus.

Ueber die Beschaffenheit der Membranen erteilten Reaktionen folgende Aufschlüsse. Chlorzinkjod färbte die Schläuche stets tiefblau und liess so den Aufbau aus Cellulose deutlich erkennen; infolge der gleichzeitig durch das Reagens hervorgerufenen Quellung wurde der cuticulare Mantel abgesprengt, in welchem das Organ steckte und

[1]) Grundzüge, pag. 28.

[2]) Grundzüge, pag. 28.

die über das mikroskopische Gesichtsfeld dahingetriebenen Bruchstücke desselben färbten sich dunkelbraun. Die Reaktion mit Phloroglucin und Salzsäure zum Nachweis der Verholzung hatte nur geringen Erfolg, indem das Kakaobraun der Schläuche von Angrecum sesquipedale in ein schwaches Rotbraun überging.

Meine Experimente stellte ich hauptsächlich mit den Gattungen Vanda und Angrecum an. Die hygroskopische Reaktion kennzeichnete sich jedesmal durch eine Torsion im Sinne gegen den Uhrzeiger. Sie war verschieden stark gegen verschiedene Reagentien, liess also das Vorhandensein eines jeweiligen besonderen Coefficienten ermitteln. Die leiseste Reaktion erfolgte bei Vanda tricolor und suavis auf Hautfeuchtigkeit, eine stärkere Reaktion ergab sich durch Hauch und infolge der Annäherung an Wasser oder gewöhnlichen Alkohol. Ein Schlauch tordierte ferner gleichfalls im Sinne gegen den Uhrzeiger bei Eintauchen in gewöhnlichen Alkohol, die Torsion wuchs bei Uebertragung in Wasser.

Gleich hier möchte ich nun betonen, dass ich jede Fehlerquelle sorgfältig auszuschliessen suchte, indem ich beim Wechsel von Flüssigkeiten die feine Pincette, mit welcher ich das Organ gefasst hielt, schon über der ersten Flüssigkeit durch rasches Einführen eines Fliesspapierstreifens zwischen die Schenkel bis an die Spitze des Instruments sogleich ablöschte.

Ueber absolutem und durch geglühtes Kupfervitriol entwässertem Alkohol [1]) trat aber Bewegung im Sinne des Uhrzeigers ein, beim Eintauchen in diese Flüssigkeiten steigerte sich die Umdrehung. Bei Uebertragung eines Schlauches aus Wasser oder wässrigem Alkohol in absoluten Alkohol wurde die dort vollzogene Umdrehung gegen den

[1]) Ich unterscheide: 1. gewöhnlichen Alkohol von 10 % Wassergehalt und darüber; 2. absoluten Alkohol im Sinne des deutschen Arzneibuches (Berlin 1900, pag. 31) mit ca. 1 % Wasser und 3. „wasserfreien“ Alkohol, d. i. absoluten Alkohol, der durch geglühtes Kupfervitriol ständig entwässert wurde.

Uhrzeiger rückgängig gemacht. Es trat daraufhin ein Stillstand ein und dann erst erfolgte wieder eine Bewegung im Sinne gegen den Uhrzeiger. Die gleiche Wirkung tritt natürlich ein, wenn ein luftfeuchter Schlauch in „wasserfreien" Alkohol getaucht wird

Ein wichtiges Moment bei diesen rückgängig gemachten Torsionen aber ergab sich in der Thatsache, dass auch der Betrag, um welchen beispielsweise die Torsion in Wasser die Torsion in gewöhnlichem Alkohol übertraf, beim Vertauschen von Wasser mit wässrigem Alkohol rückgängig gemacht wurde, eben durch Reduktion des in Wasser erreichten Ueberschusses der Bewegung. Dieser Fall liess sich beobachten bei Vanda tricolor.

Unter anderen, aber spezifisch gleichartigen Voraussetzungen wurde diese Regel auch bestätigt durch ein Haarorgan von Angrecum sesquipedale. Zunächst tordierte dasselbe in Wasser im Sinne gegen den Uhrzeiger, alsdann in „wasserfreien" Alkohol versetzt, reduzierte es diese Torsionen. Nach dem Stillstand wurde es aus dem „wasserfreien" Alkohol herausgehoben und tordierte in Luft nun weiter im Sinne der Reduktionsdrehung. Noch vor dem Stillstand in den wasserfreien Alkohol zurückversetzt, stand es dagegen sogleich still, aber nur vorübergehend. Die nun folgende Umdrehung verlief jedoch nicht mehr im Sinne einer Fortsetzung der vorangegangenen, sondern das Haarorgan schlug langsam die umgekehrte erste Drehung, entgegen dem Uhrzeiger, wieder ein.

Es kehrt also in diesem verschiedenen Verhalten durchweg das gleiche Prinzip einer verschiedenen Empfänglichkeit gegen die verschiedenen Flüssigkeiten wieder und zwischen der hygroskopischen Wirksamkeit dieser Flüssigkeiten selbst besteht eine offenbare Reciprocität.

An einem Schlauch von Angrecum sesquipedale habe ich das Mass dieser Reciprocität zwischen Wasser einerseits und wasserfreiem Alkohol andererseits festzustellen gesucht. Der Schlauch tordierte in Wasser 10 Sekunden, in wasserfreiem Alkohol dagegen 210 Sekunden. Es dauerten

mithin die Umdrehungen in Alkohol 21 mal so lange wie in Wasser.

Allem Anschein nach lieferte wasserfreier Alkohol nicht die gleiche Zahl der Torsionen; denn, hatte ein Gebilde in ihm nach der gewöhnlichen erstmaligen Bewegung im Sinne des Uhrzeigers die eigentliche hier in Betracht kommende Bewegung im Sinne gegen den Uhrzeiger vollzogen, so traten häufig in der Luft hinterher noch ein bis zwei sehr rasche Umdrehungen der Spitze des Haares hinzu und dann erfolgte erst die Reduktion der ganzen vorangegangenen Umdrehungen.

Das verschiedene Verhalten der hygroskopischen Schläuche von Vanda gegenüber den angeführten Reagentien hat nicht nur die Aufstellung einer die Abstufung zum Ausdruck bringenden Skala ermöglicht, sondern die aufgestellte Reihe ist sogar eine Art Spannungsreihe. Sie muss lauten:

\+ Wasser, Alkohol, Hauch, Hautfeuchtigkeit; Alkohol abs., wasserfreier Alkohol —

Vor und hinter diese Reihe gehört „Luft" als ein tonangebender, nicht auszuschaltender Faktor, auf den die Reaktionen sich sämtlich zurückbeziehen.

Dadurch, dass von links nach rechts die Zahl der positiven Umdrehungen in einem Reagens durch das nachfolgende reduciert wird, bis sich bei Alkohol abs. die Umdrehungen umkehren in die der entgegengesetzten, negativen Richtung, ist diese Reihe keine blosse Skala mehr, sondern eine hygroskopisch-dynamische Spannnungsreihe. Sie illustriert das Vorhandensein eines jedesmal durch die Zahl der Torsionen bestimmten und abgegrenzten Coefficienten.

Ausser mit Wasser und Alkohol habe ich auf dieselbe Weise an Vanda tricolor auch mit Aether und Glycerin experimentiert, wo jedoch die bekannte positive Reaktion, wie vorhin bei Anwendung von entwässertem Alkohol, merkwürdigerweise erst nach dem Herausheben aus der Flüssigkeit in der Luft eintrat und zwar bei Aether

ohne weiteres $^1/_4$ positive Umdrehung mit nachfolgender negativer Umdrehung, bei Glycerin dagegen nur stossweise, bei jedesmaligem Anhauchen.

Sehr merkwürdig verhielt sich ein Schlauch von Angrecum sesquipedale, indem er über Alkohol abs. alle drei positiven Umdrehungen in Wasser, in Alkohol, ja sogar wasserfreiem Alkohol reducierte.

Zur Klassifikation dieser hygroskopischen Bewegungen ist ein Vergleich mit den Elateren der Lebermoose sehr wohl am Platze. Dieser lehrt, dass es sich hier nicht um einen Cohäsionsmechanismus handeln kann.[1]) Das Prinzip des Cohäsionsmechanismus der Jungermanniaceen und Marchantiaceen besteht darin, dass die schlauchförmigen Elaterenzellen innen spiralig ausgesteift sind. Die Schnellbewegung oder das Fortspringen dieser Mechanismen wird bedingt durch das allmähliche Verdunsten des in den Zellen enthaltenen Wassers, das durch Adhäsion an der Wand haftet und durch Cohäsion in sich selbst zusammengehalten wird. Durch das allmähliche Verdunsten wird das Volumen des Wassers kleiner und die unverdickten Membranteile werden so nach innen gesogen. Gleichzeitig wird die Spirale aufgewickelt und gespannt. Dieses Einspannen der Spirale durch die zunehmende Saugkraft des immer kleiner werdenden Wassertropfens kann aber begreiflicherweise nur bis zu einem gewissen Punkte anhalten. Dann löst sich entweder der Contact des Wassers an der Wand, die Adhäsion, oder es wird die Cohäsion des Wassers in sich überwunden. Mit diesem Ereignis zugleich geschieht die Schnellbewegung. Wesentlich freilich ist für das Prinzip des Cohäsionsmechanismus der Umstand, dass die Membran für Luft möglichst undurchdringlich sei. Jedes noch so geringe Quantum eindringender Luft würde die Spannung der Membran durch Adhäsion und Cohäsion des Tropfens stark beeinträchtigen, wo nicht gar zu nichte machen.

---

[1]) Kamerling, der Bewegungsmechanismus der Lebermooselateren. Flora 1898, pag. 159 – 161.

Keines der beiden Elemente des Cohäsionsmechanismus besitzen die Schläuche der epiphytischen Orchideen; sie vollführen auch keine eigentlichen Schnellbewegungen, sondern nur allmähliche Torsionen. Sie charakterisieren sich vielmehr als zu dem zweiten Haupttypus der hygroskopischen Mechanismen gehörig. Er wird bei den Lebermoosen vertreten durch die Elateren von Dendroceros und Anthroceros. Wie diese stellen die Orchideenschläuche echte Schrumpfungsmechanismen dar; durch Schrumpfung oder Quellung der Membran treten den verschiedenen Konstruktionsplänen entsprechend verschiedene Bewegungsformen zu Tage, unter Voraussetzungen wie hier die Torsionen.

Schwendener[1]) leitet die Torsionswirkung an einer hohlcylindrischen Zelle bei eintretender Quellung aus dem spiraligen Verlauf der Micellen der Zellmembran her. Ausserdem findet infolge der Quellung noch eine Verlängerung der Zelle parallel zu ihrer Längsachse und eine davon verschiedene Vergrösserung des Zellumfanges statt.

Als Argumente für eine derartige micellare Struktur eines Hohlcylinders betrachtet Schwendener:[2]) 1. den Verlauf der Streifung, 2. die Porenstellung, 3. das optische Verhalten. Er erwähnt also nicht die Tüpfel an und für sich als die Vermittler der Quellungstorsion; auch nach meinen Beobachtungen hängt mit der Porenzahl die hygroskopische Beweglichkeit einer hohlcylindrischen Zellmembran auf keine Weise zusammen.

Die beiden ersten von Schwendener aufgestellten Argumente, Streifung und Porenstellung, waren gleichsinnig vereinigt bei Angrecum sesquipedale in Form einer linksläufigen Spirale. Im Uebrigen scheint Streifung nur selten bei den Orchideenschläuchen vorzukommen.

Es ist interessant, die Uebereinstimmung aller drei Argumente durch Prüfung des optischen Verhaltens der tordierenden Schlauchzelle festzustellen. Von entscheidender Bedeutung für den Wert dieser Reaktion ist freilich die Voraussetzung, dass

[1]) Gesammelte botan. Mitteilungen. Berlin 1898, Bd. I, pag. 325.
[2]) l. c. pag. 325.

die Elastizitätsverhältnisse der Micellen in Bezug auf das Verhalten im polarisierten Licht identisch seien nach den drei Dimensionen mit den Elastizitätsverhältnissen, die für die Quellung der Zellmembran Geltung haben. Dass aber dies der Fall ist, dass mit anderen Worten das Quellungsellipsoid und das optische Elastizitätsellipsoid[1]) sich vollständig decken, unterliegt heutzutage keinem Zweifel mehr.

Die optische Reaktion wurde vorschriftsmässig so angestellt, dass die Schläuche von Angrecum und Vanda, kombiniert mit dem Gipsplättchen Rot I, in Diagonalstellung zwischen die gekreuzten Nickols zu liegen kamen. Es entstand dann auf der doppelbrechenden Membran an einer bestimmten Stelle entweder die Additionsfarbe, das Indigo II, oder die Subtraktionsfarbe Orange I, je nachdem die Richtung der spaltenförmigen Tüpfel in die Richtung der Achse des Gipsplättchens fiel oder aber von dieser um irgend einen Winkel abwich. Die Differenz zwischen beiden Achsenwirkungen wächst mit dem Winkel, unter dem sich beide Achsen schneiden und ist am grössten natürlich unter einem Rechten. Daher war die Subtractionsfarbe, das Orange, bei meinen Reaktionen am intensivsten bei senkrechter Kreuzung der Tüpfelrichtung mit der Achsenrichtung des Gipsplättchens.

Beide Farben, das Indigo wie das Orange, aber traten intensiv und rein nur dort auf, wo die Membran einfach lag, in den Tüpfeln. Die nach rechts oben gerichteten Tüpfel der oberen Membran zeigten also die Subtractionslage bezw. Farbe der unteren Membran an, indem sie orangefarben leuchteten. Umgekehrt leuchteten die nach links gerichteten Tüpfel der unteren Membran von dem Indigo der in Additionslage befindlichen oberen Membran, während die Fläche in allen möglichen Mischungen der beiden Grundfarben schimmerte.

Durch diesen Ausfall der optischen Reaktion war also der spiralige Verlauf der Micellarreihen gleichfalls er-

[1]) Vergl. Nägeli-Schwendener: Das Mikroskop, Leipzig 1877, pag. 313; Zimmermann: Das Mikroskop, Leipzig u. Wien 1895, pag. 174.

schlossen worden. Auf Grund einer graphischen Konstruktion auf einer abgerollten Cylinderfläche weist Schwendener[1]) für den unendlich dünnen Hohlcylinder mit spiraligem Verlauf der Micellen die Torsion als notwendige Folge der Quellung nach und fügt hinzu, dass kombiniert mit den bekannten Thatsachen, hieraus so viel mit Sicherheit gefolgert werden könne: „dass die radiale Quellung der verdickten Zellwand eine viel stärkere Torsion der äusseren Schichten herbeiführt, als sie bei verschwindend geringer Wanddicke überhaupt möglich ist.“ Schon Zimmermann[2]) hatte diesen Gesichtspunkt für die Erklärung der hygroskopischen Torsion aufgeworfen, nur hatte er dabei — worin sich Schwendener ihm anschliesst — die radiale Quellung notwendig als die stärkste angenommen, ausserdem aber hatte er nebenher die von Schwendener für unhaltbar erklärte Voraussetzung gemacht, dass jede Membranlamelle zwei sich kreuzende Streifensysteme besitze.

Schwendener folgert nun aus der Steigerung der Torsion durch radiale Quellung: — „dass der Dehnungswiderstand der quellenden Membran in der zur Streifung oder Poren — stellung rechtwinkeligen Richtung kleiner ist, als in der Längsrichtung der Streifen“.[3]) Die von Zimmermann aufgestellte Bedingung der Torsion ist also im allgemeinen bei dickwandigen Zellen mit spiraliger Anordnung der kleinsten Teilchen verwirklicht. Es drehen sich die Zellen mit linksläufigen Spiralen nach rechts, also im Sinne gegen den Uhrzeiger, die mit rechtsläufigen Spiralen nach links, also im Sinne des Uhrzeigers.

Diese allgemeine Regel hat sich durchweg bei meinen Experimenten bestätigt; durch eine Reihe von Beobachtungen habe ich auch für den ersteren Satz bezüglich des Dehnungswiderstandes und der Festigkeit den Beweis der Richtigkeit erbracht.

---

[1]) Mitteilungen, Band I, pag. 328.
[2]) Pringsheim's Jahrb. XII, pag. 559.
[3]) Mitteilungen, Bd. I, pag. 329.

Liess ich nämlich Schläuche, die in Wasser oder Alkohol gequollen waren, unter dem Deckglas, also bei gehemmter Torsion, austrocknen, so beobachtete ich regelmässig spiralige Zerreissung, Brüche an den Biegungen und eine Aufstauung von rechtsläufigen Wellenzügen auf der Membran. Augenscheinlich ist also der Dehnungswiderstand in der Richtung senkrecht zur Porenstellung kleiner als in der Richtung dieser selbst. Das Zerreissen aber in dieser letzteren Richtung beweist das Nämliche zugleich für die Festigkeit. Das hat übrigens schon Pfitzer bei den Schläuchen von Saccolabium und Anguloa beobachtet.[1])

Mir bewies dieses Phänomen zuerst, dass die Schrumpfungstorsion die eigentlich wirksame sein müsse, zumal so heftige Kontusionen des Organs die Quellungstorsion nicht liefern zu können schien. Bei diesbezüglichen Versuchen stellte sich auch immer der Missstand heraus, dass das Gebilde unter dem Deckglas je nach dem Raum, den ihm die Wassermenge bot, ganz oder teilweise tordieren konnte; durch Druck aber wäre es gepresst und verdorben worden. Immerhin ist entschieden von Bedeutung für die Ergiebigkeit der Quellungstorsion, ob das Schlauchhaar einer Flüssigkeit allmählich bis zum Eintauchen genähert wird, oder ob das letztere plötzlich geschieht. Die Zahl und Ausführlichkeit der Schwingungen ist dann augenscheinlich geringer.

Trotz der geschilderten Schwierigkeiten einer experimentellen Vergleichung scheint mir also die Schrumpfungstorsion die eigentlich wirksame zu sein. In anbetracht ihrer Verwendung bei der Aussaat leuchtete das ja auch sehr ein. Denn die erste Torsion ist die Schrumpfungstorsion beim Aufspringen der Kapsel, sie tritt beim Absterben des Trichoms ein, und die Experimente lassen erkennen, dass in der That der wirksamste Schleudereffekt erzielt wird, wenn das Gebilde langsam quoll und rasch austrocknete. Uebereinstimmend hiermit resümiert Goebel,[2]) über die Schnell-

[1]) Grundzüge, pag. 280 und 100.

[2]) Organographie, Teil 2, pag. 322.

bewegungen der Lebermooselateren: „Die Schnellbewegungen der Elateren treten, wie ich gezeigt habe, beim Austrockenen derselben ein, sie werden um so energischer sein, je rascher die Austrocknung erfolgt."

Offenbar sind die Contusionen bei gehemmter Torsion die Wirkung der radialen Schrumpfung theoretisch bei jedem noch so dünnwandigem Schlauche. Diese Torsion geschieht ja, zumal beim ersten Austrocknen sicherlich, gleichsam von innen her, indem die inneren Membranlamellen erst zuletzt schrumpfen. Also ist bei der Schrumpfungstorsion, wenigstens der ersten, die negative radiale Quellung, d. i. die radiale Schrumpfung, wesentlich beteiligt. Ganz im Gegenteil hierzu zeigen sämmtliche Experimente, dass sie bei den Quellungstorsionen eines stark verdickten Schlauches ganz und gar nicht beteiligt war, indem sie sich jedesmal erst unter dem Deckglas allmählich entfaltete, nachdem die Quellungstorsion vorher das Werk eines kurzen Momentes gewesen war. Das Zellinnere füllte sich auch erst allmählich mit Wasser. Ferner stellte es sich heraus, dass die stärker verdickten Schläuche insgesamt viel weniger empfindlich waren, als die dünnwandigen. Das zeigt z. B. Angrecum sesquipedale gegenüber Vanda suavis. Auch die Schläuche derselben Kapsel zeigten das, indem auch da Verschiedenheiten in der Wandverdickung, übrigens auch in der Form obwalten. So waren beispielsweise die weniger kräftigen Schläuche bei Vanda nicht am oberen Ende kopfig angeschwollen wie die anderen.

Hier wäre also ein solches von Schwendener verlangtes Zeugnis: „wie verschieden sich vergleichbare Zellen bezüglich der Torsionsgrösse verhalten, je nachdem ihre Wandungen sehr dünn oder aber stark verdickt sind."[1])

Bei der Quellungstorsion kommt also die radiale Quellung, wie aus solchen Beispielen mit Sicherheit hervorgeht, keineswegs zur Geltung, vielmehr sind bei der Quellungstorsion allein die peripheren Lamellen thätig. Mit

[1]) Mitteilungen, pag. 328.

dieser Wahrnehmung steht die schon von Zimmermann aufgestellte Bedingung für die ausschlaggebende Kraft der radialen Quellung auch durchaus in Einklang. Die radiale Quellung sollte nur dann von so durchdringender Wirkung sein, wenn der Quellungscoefficient für die radiale Richtung am grössten wäre. Immerhin darf die Activität der peripheren Quellung offenbar nicht unterschätzt werden, da die dünnwandigen Schläuche von Vanda suavis ein so erstaunliches Mass nicht auf radiale Quellung zurückführbarer Hygroskopicität an den Tag legten. Um so zuverlässiger beruht alle Kraft der Schrumpfungstorsion wesentlich auf der radialen Schrumpfung, in erster Linie das Losreissen des Schlauches von seiner Basis, welches eine gewisse Arbeitsleistung vorstellt. Diese Arbeitsleistung wird bewerkstelligt, dadurch, dass die Schläuche mit ihren mannigfachen Krümmungen und Biegungen — diejenigen von Vanda noch unterstützt durch das knotenartig sich verankernde Kopfende — sich mit einander fest verketten und gleichzeitig ihre Bewegungen ausführen. So gelingt es ihnen loszuspringen von der Leiste, auf der sie angekittet sassen, ja sogar stellenweise die Leiste noch mitzureissen, so dass sie dann als ein braunes Band an ihren Füssen klebt.

Gegenüber diesen leicht und frei beweglichen hygroskopischen Schlauchzellen stellen die festsitzenden starren Borsten, mit den mannigfaltigen Mechanismen der Lebermoose verglichen, höchstens einen passiven Typus dar und gelangen zu einer Wirkung auf die Samenmasse, indem vielleicht ihre Spitzen beim Austrocknen sich ein wenig krümmen und indem ihre Fundamente beim Zusammenschrumpfen der Kapselklappen ein wenig nach aussen verrückt werden.

β) Gründe gegen die Schleudertheorie.

Betrachtet man nach den Leistungen der einzelnen Organe die Gesamtarbeit des ganzen Schleudercapillitums, so summieren sich die einzelnen Elementarkräfte nicht zu

einer direkt proportionalen Gesamtwirkung, die, wie Beer[1]) sich ausdrückt, „mit Schnellkraft“ die Samen gleich Wurfgeschossen erfasst und in die Ritzen der Rinde der benachbarten Bäume befördert. In diesem chaotischen Durcheinander von mannigfaltigen Torsionsbestrebungen ist an das Freiwerden einer „Schnellkraft“ also nicht zu denken. Ganz wie bei den Elateren von Chiloscyphus und Plagiochila von Kamerling[2]) gesagt wird, hindert der „dichte Knäuel“ die dort den einzelnen Organen vielleicht noch möglichen Schleuderbewegungen, aber hier wie dort trifft Kamerlings[2]) Schlussbemerkung zweifellos zu: „Hauptsächlich wirken die Elateren hier auflockernd.“

Sehr interessant ist auch noch das zufällige Zusammentreffen einer Beobachtung Kamerlings an den Elateren, da, wo dieselben infolge der schwächeren Entwickelung der Spiralbänder nicht oder nur ausnahmsweise lossspringen und also „die Windungen beim Austrocknen wesentlich sind,“ mit einer auch bei den Orchideenschläuchen hervortretenden Thatsache. „Da, wo . . . . die Windungen beim Austrocknen wesentlich sind,“ fährt nämlich Kamerling fort, „finden wir auch meistens längere Elateren, wie wohl ohne weiteres einleuchtet.“ Die am besten windenden, d. h. auflockernden Schläuche waren auch am längsten, wie die von Vanda, während die Borsten hingegen meist kürzer waren.

Zieht man neben den gegen die Schleudertheorie bereits geltend gemachten Einwendungen nun noch in Betracht, dass die so gut wie unempfindlichen, an Zahl relativ geringen Borsten morphologisch und biologisch eine Bildung ganz der gleichen Qualität sind — und hier ist gar keine andere Auffassung möglich, als die auch im allgemeinen von Pfitzer und Ludwig vertretene — so ist ersichtlich, dass von einer „Schleuderfunktion“ der Organe in den Orchideenkapseln nur in der Einschränkung auf

[1]) l. c. pag. 26.

[2]) Der Bewegungsmechanismus d. Lebermooselateren. Flora 1898, pag. 162.

Auflockerung zum Zweck des Aufblasens durch den Wind noch die Rede sein kann. In Wirklichkeit geht ja der Effekt der ganzen Einrichtung nicht über ein Hinausbefördern aus der Kapsel hinaus. Dieses Hinausbefördern ist aber nur eine zufällige Begleitwirkung.

Der besondere Wert des hygroskopischen Capilitiums bei der Aussaat dürfte, abgesehen von der vorbereitenden Thätigkeit des Auflockerns der ursprünglich festen Samenmasse nur noch der sein, den das Borsten-Gitter mit ihm gemein hat: bei schlechtem, nassem Wetter trotz der fortschreitenden Reife und des Aufspringens der Kapsel die Ausstreuung der Samen hinzuhalten, da sie bei feuchter Luft leicht zu Klumpen verbacken und ohnedies schlechter fliegen könnten.

C. Jugendfunktion der interplacentaren Organe.

Viele Gesichtspunkte stellen es ausser Zweifel, dass Schläuche und Bündel nicht bloss die eine für die Aussaat der Samen wichtige Funktion zu erfüllen haben. Zunächst sind es Analogieen mit den biologisch verwandten Organen bei den Lebermoosen, die für eine doppelte Funktion der Organe in den Orchideen-Kapseln sprechen.

Goebel folgert die Thatsache einer Funktion der Elateren während der Jugend des Sporogons aus nachstehenden Umständen:[1]) „Die oben erörterte Funktion der Elateren[2]) bezieht sich nur auf den fertigen Zustand. Es ist mir aber nicht zweifelhaft, dass sie auch während der Entwickelung des Sporogons eine Bedeutung haben. Sie eignen sich vermöge ihrer langgestreckten Gestalt zu Leitungsbahnen, in welchen Nährstoffe für die Sporenmutterzellen transportiert werden. Besonders leuchtet das ein für Formen, bei welchen die Elateren (oder Elaterenträger) mit der Sporogonienwand in Verbindung stehen, wie dies beim Frullania-, Aneura-, Pellia-Typus und dem von Jungermannia bicuspidata der Fall ist.“

[1]) Organographie, Teil 2, pag. 326.

[2]) d. h. als Schleudern oder Aussägungseinrichtungen zu dienen.

Also die langgestreckte Gestalt der Elateren und ihr Ansitzen an der Kapselwand veranlassen Goebel zur Annahme der primären stoffleitenden Funktion der Elateren, und in der That, in dieser Beziehung könnten die Schläuche und Bündel der Orchideen gleichfalls als „Leitungsbahnen" für die jugendlichen Samen angesehen werden, wenn nicht die Ernährung der Samenanlagen auf wesentlich anderem Wege erfolgte. Es kommt noch ein weiterer Gesichtspunkt in Frage, den Kamerling[1]) erörtert, das ist die grosse Mannigfaltigkeit des von ihm eingehend studierten Mechanismus der Elateren. Auf Grund seiner Studien schliesst er sich Goebels Auffassung an und erklärt die Funktion der Elatoren bei der Sporenausstreuung für eine sekundäre Anpassung, es haben „diese ursprünglich nur der Stoffzufuhr dienenden Zellen sich einer zweiten Funktion angepasst und sind zu Elateren geworden."

Kamerling unterscheidet bei den Elateren der Lebermoose vier verschiedene Mechanismen, die auf entsprechende Verschiedenheiten in der Bauart der Einrichtung zurückzuführen sind.

Vergleicht man mit diesen verschiedenen Mechanismen und den Verschiedenheiten ihrer Bauart die Organe der Orchideen, so könnte man nur zwei der Kamerling'schen Typen aufstellen: den Typus des Schrumpfungsmechanismus, vertreten durch die Schläuche, und den „passiven" Typus, welchen die Bündel repräsentieren.

Wollte man also das Beispiel der Elateren der Lebermoose ausnützen, um aus der Verschiedenheit ihrer Mechanismen auf die primäre Funktion der Organe der Orchideen zu schliessen, so könnte man nur den Mechanismus der Schläuche mit dem der Bündel vergleichen.

Dabei erscheinen die Bündel als der phylogenetisch ältere, jedenfalls der mangelhaftere Typus, und es ist auffällig, dass die Bündel nicht oberflächlich Tüpfel haben wie die Schläuche, sondern, dass nur die einzelnen Elemente jedes Bündels an den Berührungsflächen Tüpfel tragen.

[1]) Flora 1898, pag. 168.

Was übrigens die Tüpfel an den Schläuchen bedeuten mögen, ist schwer zu sagen, merkwürdig ist aber, das nach einer Beobachtung von Pfitzer auch auf der Testa der Samen Tüpfel vorkommen sollen.[1]) Diese Beobachtung fand ich an dem mir vorliegenden Material nicht bestätigt.

Untersucht man nun die Organe der Orchideen in Bezug auf eine primäre Funktion als „Leitungsbahnen", wie Goebel die Elateren der Lebermoose auffasst, so könnte man zwischen Schläuchen und Bündeln eine recht auffallende Aehnlichkeit konstatieren. Abgesehen davon, dass beide Organe lang gestreckt sind und der Kapselwand ansitzen, wie die Elateren der Lebermoose, so erschienen beide reichlich angefüllt mit Protoplasma. Die Reaktionen mit Jodlösung liessen das stets deutlich erkennen, dagegen war Stärke nie nachzuweisen und Zucker durch Fehling'sche Lösung nur in Spuren auffindbar. Schon Beer[2]) hat übrigens den Inhalt der Schläuche richtig dargestellt.

Mit diesem Protoplasmareichtum der Organe zwischen den Placenten schienen mir folgende zwei Momente in Beziehung zu stehen. Erstens die feuchte, homogene Beschaffenheit der mit den Organen, besonders den Schläuchen eng vereinigten Samenmasse. Der Kapselinhalt war zumeist wie durchtränkt von einer schleimigen Flüssigkeit, so dass man bei seitlichem Herausschneiden eines mit Schläuchen besetzten Karpellstreifens leicht schleimige Fäden an den Schläuchen mit herausziehen konnte. Zweitens zeigte sich an ausgetrockneten Präparaten von Samen, sowie auch von Schläuchen am Rande des Deckglases ein hyaliner, glänzender Stoff, teils amorph, teils in krystallinischer Form. Derselbe war klebrig und erschwerte so das Abheben des Deckglases. Bei Zusatz von Wasser lösten beide Stoffe, der krystallinische und ebenso der amorphe, sich wieder auf.

Die amorphe Substanz zeigte sich an trockenen Schläuchen

[1]) Grundzüge, pag. 92.

[2]) l. c. pag. 25.

von Vanda tricolor der Membran aufgelagert, als eine Kruste vielgestaltiger, unregelmässiger Figuren.

Auf Grund dieser Beobachtungen ergab sich ganz notwendig die Vermutung, dass die Entstehung der Haarorgane in den Kapseln der epiphytischen Orchideen auf eine notwendige Funktion derselben während der Jugend der Samen zurückzuführen sei.

Nun ist es freilich sehr zweifelhaft, welcher Art diese Funktion ist. Von der „gestreckten Gestalt" der Lebermooselateren kann man hier keinesfalls ausgehen, sondern eher aus den mitgeteilten Einzelheiten, dem Protoplasmareichtum der Organe und dem Feuchtigkeitsgehalt der Samenmasse schliessen, dass hier eine Art Osmose von Stoffen stattfindet; doch welche Bedeutung diese Stoffe haben sollen, erscheint mir noch nicht aufgeklärt.

Nach der Untersuchung von Tschirch[1]) über die Papillen in den Kapseln der Vanilla planifolia handelt es sich hier um die Secretion einer ölig-harzigen, in Alkohol löslichen Masse. Auch Tschirch hebt hervor, dass die Papillen reichlich Plasma enthalten; was aber das Sekret betrifft, so habe ich gefunden, dass es sich durchaus nicht ganz in Alkohol löste, auch nicht in Wasser, wie der vorhin beschriebene Stoff von Vanda. Daher beobachtete ich auch niemals am Deckglas nach dem Verdunsten des Wassers einen solchen klebrigen Rückstand. Dagegen fand ich bei Stanhopea tigrina gleichfalls unter der ganz dünnen Cuticula feine Körperchen eines solchen harzigen Stoffes.

Abweichend von der Mehrzahl der Fälle, wo die Samenmasse in der Jugend der Schläuche feucht und fest verklebt ist, kommt es wohl auch anderweitig vor, dass, wie bei Chysis aurea die Samen bereits trocken und staubig sind, während die Bündel sich eben erst bilden. Diese Frühreife des Kapselinhalts erinnert an die Kapseln der Erdorchideen, wo die Organe überhaupt nicht zur Ent-

[1]) Tschirch und Oesterle, Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde, Leipzig 1894, pag. 60.

wickelung gelangen, obwohl sie bisweilen angedeutet sind. Diese Aehnlichkeit von Chysis aurea mit den Erd-Orchideen lässt sich auch rechtfertigen durch die Zugehörigkeit der Gattung Chysis zur Tribus der Phajeae; die Gattung Phajus aber enthält ausschliesslich Erd-Orchideen.

III. Phylogenetische Schlussbetrachtung.

Das „Capillitium“ aus Schläuchen oder Bündeln ist in der geschilderten Form ein ausschliesslicher Besitz der epiphytischen Orchideen. Das ergiebt schon die Thatsache, dass innerhalb derselben Gattung die Arten, welche epiphytisch leben, das Capillitium besitzen, während es dagegen den terrestrischen Orchideen fehlt.

Schon Beer[1]) hat dieser durch meine Untersuchungen durchweg bestätigten Vermutung Ausdruck gegeben: „Ob die Schleuderorgane allen Luftknollen und Stamm bildenden Orchideen oder nur bestimmten Gruppen derselben eigen seien, vermag ich gegenwärtig nicht zu sagen, vermute jedoch nicht ohne Grund, dass sie bei allen diesen Orchideen vorhanden sind, bei den Erdknollen bildenden Orchideen hingegen gänzlich fehlen dürften.“

Für mich ergab sich ein Beispiel hierfür in der Gattung Cymbidium, die übrigens zahlreiche Vertreter beider biologischen Gruppen vereinigt. Cymbidium giganteum, welche epiphytisch wächst, wies Schläuche auf, während Cymbidium sinense, eine schilfartige Erdorchidee, kein Capillitium besass. Das gleiche Ergebnis stellte sich in der Gattung Epidendrum ein. Beer hatte für Epidendrum cinnabarinum hervorgehoben, dass ihre Kapsel keine „Schleuderhaare“ enthalte; sämtliche von mir untersuchten Species der Gattung besassen dagegen Borsten und waren Luftorchideen. Es liess sich nun feststellen, dass Epidendrum cinnabarinum eine terrestrische Orchidee ist, woraus sich dann ihre Abweichung von den anderen epiphytischen Species der Gattung Epidendrum erklärt.

[1]) l. c. pag. 27.

So nahe es auf Grund dieses Thatbestandes freilich liegt, die Organe in den Kapseln der epiphytischen Orchideen als eine Anpassung an den Standort zu betrachten, so erfährt diese Auffassung doch eine wesentliche Einschränkung. Die Organe fehlen den Erdorchideen nämlich nicht gänzlich, sondern es sind bei ihnen Anklänge vorhanden, sowohl an Schläuche als auch an Bündel. Besonders ausgeprägt habe ich solche Bildungen von Schläuchen bei Cypripedilum spectabile gesehen, wo sie sich als papillenartige Höcker auf der ganzen Breite der Mittelrippe der drei Karpelle hervorwölben, besonders stark aber auf dem median nach hinten gelegenen Karpell. Ausserdem fanden sie sich auch bei Orchis, Platanthera und Listera. Auch erste Anfänge von Bündeln lassen sich beobachten z. B. bei Sobralia. Schliesslich scheint Calanthe sogar sehr entwickelte Bündel zu besitzen. Pfitzer[1]) giebt bei ihr das Vorhandensein von „kurzen derben Haaren“ an, „doch besitzen dieselben,“ wie er hinzufügt, „nicht entfernt genügende Länge und Biegsamkeit, um als Elateren wirken zu können.“ Diese „Haare“ halte ich hiernach für Borsten oder „Bündel“, und da die Gattung Calanthe, welche nächst verwandt ist mit der durchgehends terrestrischen Gattung Phajus, gleichfalls nur aus Erdorchideen gebildet erscheint, so muss gefolgert werden, dass bei Calanthe die Anlage des Capillitiums im Bereiche der terrestrischen Orchideen am weitesten fortgeschritten ist.

Da nun das Capillitium trotz alledem bei den allermeisten Erdorchideen garnicht auftritt, bei den epiphytischen Orchideen dagegen durchweg entwickelt ist, so muss man sein Vorkommen bei Erdorchideen als rudimentär bezeichnen; und da ferner die Erdorchideen nicht von den Luftorchideen sich ableiten lassen, sondern umgekehrt die Luftorchideen jüngeren Ursprungs sein müssen, so lässt sich die ganze Erscheinung der interplacentar auftretenden Organe nur als ein spezifischer

[1]) Grundzüge. pag. 56.

Familiencharakter betrachten. Dieser hat sich bei wenigen Erdorchideen noch erhalten, ist dagegen bei den meisten geschwunden, und bei Luftorchideen ist er als Anpassung an Lebensweise und Standort zu seiner vollen Entfaltung gefördert worden.

Betrachtet man so das Capillitium als einen Familiencharakter, der bei Epiphyten nur prägnanter zur Darstellung gelangt als bei Erd-Orchideen, so kann man seinen ursprünglichen Nutzen nicht leicht anders ableiten als aus einer primären Funktion, die das Capillitium gleichmässig bei terrestischen sowie bei epiphytischen Gewächsen zu verrichten hat. Das ist die vorhin besprochene Jugendfunktion, deren Wesen noch aufzuklären ist.

Die Organe in den Kapseln der epiphytischen Orchideen sind demnach nicht reine Standorts-Anpassungen, sondern sie gehören in die Kategorie der von Schimper[1]) als sogenannte „präexistierende" Eigenschaften bezeichneten epiphytischen Besonderheiten.

[1]) Die epiphytische Vegetation Amerikas. Jena 1888, pag. 23.

Lebenslauf.

Ich Rudolf Karl Wolfgang Malguth, evangelisch, Sohn des Kaufmanns Gustav Malguth, hier und seiner 1897 verstorbenen Frau Hedwig, geb. Waetzmann, wurde 1876 am 4. Juli zu Striegau in Schlesien geboren. Von Ostern 1883 bis Ostern 1886 besuchte ich die Höhere Bürgerschule (Realschule) II zu Breslau, von Ostern 1886 ab das Gymnasium zu St. Elisabet, das ich Osteru 1897 mit dem Zeugnis der Reife verliess.

Ich studierte Naturwissenschaften und Philosophie von Ostern 1897 bis Ostern 1898 an der Universität Breslau, von Ostern 1898 bis Michaelis 1898 an der Universität Freiburg i. B., von Michaelis 1898 bis Michaelis 1899 in Berlin und von da ab bis jetzt wieder in Breslau.

Ich besuchte im Verlauf meines Studienganges Vorlesungen bezw. praktische Uebungen bei folgenden Herren Professoren und Docenten:

in Breslau: *Brefeld, Chun, F. Cohn †, Ebbinghaus, Franz, Frech, Freudenthal, Gürich, Hintze, Kükenthal, O. E. Meyer, Mez, Milch, Partsch, Pax, Rosen, Stern, Weberbauer.*

in Freiburg i. B.: *Cohn, Kiliani, Oltmanns, Rickert, Steinmann, Weismann.*

in Berlin: *Ascherson; Dessoir, E. Fischer, Fleischer, Kny, Kolkwitz, Lasson, Möbius, Pernice, Schwendener, Simmel, Winter.*

Allen diesen Herren sage ich für meine bisherige wissenschaftliche Ausbildung ergebenen und herzlichen Dank! Gleichzeitig sei es mir gestattet den Herren Privatdozenten *Dr. Weberbauer* und *Dr. Kolkwitz* in Berlin für die mannigfachen wissenschaftlichen Auskünfte noch besonders zu danken, die sie mir privatim in freundlicher Weise oft genug erteilt haben. Mein Examen rigorosum bestand ich am 3. April.

Thesen.

1. Die Verbreitung der sogenannten Kalkpflanzen ist von physikalischen Einflüssen abhängig.
2. Der Chlorophyllgehalt bei Tieren ist von Symbiose herzuleiten.
3. Die Wundtsche Theorie über Reaktionszeiten bedarf der Ergänzung durch eine Typentheorie.